

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2011

Bc. MARTIN LINDR

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní obor: Produktový management - Strojírenství

Studijní program: N 3108 Průmyslový management

**IMPLEMENTACE VOZÍKU TRILOGIQ (AGV) NA
MONTÁŽNÍ Lince VE FIRMĚ ŠKODA AUTO A.S.**

**IMPLEMENTATION TRAILER TRILOGIQ (AGV) ON AN
ASSEMBLY LINE IN SKODA AUTO A.S.**

Bc. Martin Lindr

KHT – 093

Vedoucí práce: Mgr. Václava Horváthová

Konzultant: Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu:	85
Počet stran příloh:	44
Počet obrázků:	41
Počet tabulek:	13

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin LINDR**
Osobní číslo: **T09000167**
Studijní program: **N3108 Průmyslový management**
Studijní obor: **Produktový management - Strojírenství**
Název tématu: **Implementace vozíku Trilogiq (AGV) na montážní lince ve firmě Škoda Auto a.s.**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Popište stávající proces montáže na lince motorů
- 2) Navrhněte řešení zjištěných nedostatků
- 3) Implementace vozíku MOVE
- 4) Proveďte zhodnocení přínosů navržených řešení

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 10. 5. 2011

.....

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval Mgr. Václavě Horváthové za vedení diplomové práce a také za její podporu, věnovaný čas, rady a inspiraci při vypracování této diplomové práce.

Poděkování dále patří společnosti Škoda Auto a.s., přesněji Ing. Zdenku Patočkovi z této společnosti za nabídku se tímto tématem zabývat a za poskytnutí možnosti realizace vlastních návrhů. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Trilogiq CZ s.r.o., jmenovitě pánům Petrovi Homolkovi a Martinu Knotkovi za jejich cenné rady o MOVE (AGV) vozíku.

Rovněž patří poděkování celé mé rodině za podporu při studiu a vytvoření potřebného zázemí. Děkuji také přítelkyni za její velkou trpělivost a podporu při práci na tomto tématu.

ANOTACE:

Tato práce se zabývá implementací MOVE vozíků (AGV) společnosti Trilogiq na montážní linku NS 2166 (RUMPF) - montáž zážehových Rumpfmotorů v závodě Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav. Souhrnem získaných informací a provedenou podrobnou analýzou na montážní lince NS 2166 (RUMPF), bylo navrženo řešení s efektem zlepšovat procesy, zvyšovat efektivitu, snižovat náklady spojené s výrobou, eliminovat neergonomické zatěžování montážních dělníků a realizace dalšího stupně automatizace na montážní lince NS 2166 (RUMPF) využitím MOVE vozíků (AGV) společnosti Trilogiq.

Klíčová slova:

ŠTÍHLÁ VÝROBA, MOVE, AGV, LEANTEK, TRILOGIQ, MONTÁŽNÍ LINKA

ANNOTATION:

This work deals with implementation of MOVE trailer (AGV), company Trilogiq, on the assembly line NS 2166 (RUMPF) – assembly of combustion Rumfengines in SKODA AUTO a.s. factory in Mladá Boleslav. Having summarized recieved information and made detailed analysis on assembly line NS 2166 (RUMPF), a solution was designed with an effect of improving procedures, effectivity increasing, cutting down of expenses related to the production, elimination of unergonomic worker burdening and realization of another degree of automatization on assembly line NS 2166 (RUMPF) using MOVE trailer (AGV), company Trilogiq.

Key words:

LEAN PRODUCTION, MOVE, AGV, LEANTEK, TRILOGIQ, ASSEMBLY LINE

OBSAH

OBSAH	- 6 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	- 8 -
ÚVOD	- 9 -
1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU	- 11 -
1.1 ŠKODA AUTO	- 11 -
1.2 TRILOGIQ	- 14 -
1.2.1 LeanTek	- 15 -
1.2.2 MOVE (AGV)	- 16 -
1.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA	- 17 -
1.3.1 KANBAN	- 21 -
1.3.2 Just in Time (JIT)	- 23 -
1.3.3 JIDOKA	- 24 -
1.3.4 KAIZEN	- 24 -
1.3.5 Vizualizace	- 25 -
1.3.6 5S	- 26 -
1.3.7 TPM	- 27 -
1.3.8 POKA-YOKE	- 27 -
1.4 Ergonomie	- 27 -
2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU NA ML NS 2166 (RUMPF)	- 29 -
2.1 Analýza ML RUMPF - Montážní oblast	- 30 -
2.2 Analýza ML RUMPF – Logistická oblast	- 34 -
2.3 Metody řízení materiálového toku na ML RUMPF	- 39 -
2.3.1 Metoda – KANBAN	- 39 -
2.3.2 Metoda - MILKRUN	- 41 -
2.3.3 Standardizovaná zásoba KLT na regálech	- 42 -
2.4 Rekapitulace provedené analýzy na ML RUMPF	- 43 -
3 NÁVRHY PRO ŘEŠENÍ ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ	- 46 -
3.1 Vybraná řešení k realizaci	- 49 -

4	NÁVRH IMPLEMENTACE VOZÍKU MOVE K ML RUMPF	- 50 -
4.1	Trilogiq MOVE (AGV).....	- 50 -
4.1.1	Nabízená paleta vozíků MOVE.....	- 51 -
4.1.2	Bezpečnostní vybavení MOVE	- 52 -
4.2	Analýza tras pro implementaci	- 55 -
4.2.1	Přípravky na vybraných trasách.....	- 56 -
4.2.2	Charakteristika vybraných úseků (tras) a speciálních stojanů	- 58 -
4.2.3	Časová analýza transportu	- 62 -
4.3	Návrhy tras pro MOVE vozíky u ML RUMPF	- 64 -
4.3.1	Trasa I.....	- 64 -
4.3.2	Trasa II.....	- 68 -
4.3.3	Trasa III.	- 69 -
4.3.4	Propojení trasy II. a III.	- 70 -
5	IMPLEMENTACE VOZÍKU MOVE DO PROVOZU	- 71 -
5.1	Realizace trasy.....	- 71 -
5.1.1	Příkazové značky	- 73 -
5.2	Úprava speciálních stojanů pro převoz MOVE.....	- 74 -
6	ZHODNOCENÍ	- 77 -
7	ZÁVĚR.....	- 79 -
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 81 -
	SEZNAM PŘÍLOH.....	- 84 -

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a.s. – akciová společnost

AGV – Automatic Guided Vehicle (automaticky naváděný vozík)

BJ – balící jednotky

GLT – velkoobjemový kontejner na materiál (paleta)

HDC – hlavní dopravní cesta

JIT – Just In Time

KLТ – maloobjemový kontejner na materiál (přepravka)

LPG – Liquefied Petroleum Gas (kapalný propan butan – alternativní palivo pro spalovací motory)

MD – montážní dělník

ML – montážní linka

MOVE – Mobile Operating Vehicle (Mobilní Operativní Vozík)

MUDA – ekvivalent českého výrazu plýtvání

NS – nákladové středisko

R3 – 3-válcový motor (1,2 HTP)

R4 – 4-válcový motor (1,2 TSI)

RUMPF – Rumpfmotor

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

VAL – výroba agregátů logistika

VAM – výroba agregátů montáž

VD – výrobní dělník

VW – Volkswagen

VZV – vysoko zdvižný vozík

ÚVOD

Cílem této diplomové práce je zlepšení efektivity a produktivity, zkvalitnění práce a zavedení dalšího stupně automatizace na montážní lince motorů NS (nákladové středisko) 2166 (označované jako RUMPF) prostřednictvím implementace automaticky naváděného vozíku (AGV) společnosti Trilogiq ve firmě Škoda Auto a.s. Tato montážní linka se nachází v hale M6 (závod Mladá Boleslav), na které je realizována montáž zážehových (benzínových) Rumpfmotorů. Současná filozofie společnosti Škoda Auto a.s. je v souladu s filozofií celého koncernu VW GROUP zaměřena na neustálé zlepšování kvality svých výrobků a procesů ve spojení s redukcí nákladů spojených s výrobou a s cílem zvyšování podnikatelské úspěšnosti bez zatížení životního prostředí.

Toto téma diplomové práce si autor vybral na základě získaných zkušeností a vědomostí v oblasti logistiky a skladování a na základě předchozí úspěšné spolupráce s firmou Škoda Auto a firmou Trilogiq při vypracování bakalářské práce. Dalším důvodem je uplatnění nových vlastních návrhů ve vysoce vyspělé společnosti Škoda Auto a.s., neboť právě technologie vozíků AGV představuje budoucnost moderních štíhlých podniků.

Autor práce zaznamenává problémy na této montážní lince především v logistickém využití montážních dělníků, což snižuje plynulost výroby, dále v pohybu montážních dělníků po hlavní dopravní komunikaci vedoucí k ohrožení jejich bezpečnosti a v neergonomických pohybech a nadměrném zatěžování pracovníků.

Zpočátku se práce bude věnovat základní charakteristice obou zúčastněných společností, jedná se o společnost Škoda Auto a Trilogiq. Bude představen systém LeanTek a MOVE vozík společnosti Trilogiq. Dále bude vysvětlen pojem *štíhlá výroba* a ostatní pojmy, kterými je realizována. V závěru této kapitoly se autor práce zaměří na vysvětlení stále se rozšiřujícího pojmu *ergonomie* a jeho důležitost. Ve druhé kapitole bude provedena podrobná analýza stávajícího stavu na montážní lince NS 2166 (RUMPF). Autor práce popíše produktovou paletu montážní linky NS 2166 (RUMPF), uvede základní charakteristiky této linky, jakými způsoby a v jakých balících jednotkách je navážen materiál k montážní lince. Dále jsou popsány metody řízení materiálového toku na lince, stávající regálový systém a v závěru je provedena rekapitulace provedené analýzy. Ve třetí kapitole autor uvede návrhy na odstranění zjištěných nedostatků provedenou analýzou. Autor popíše důvody, proč právě tento návrh z nabízených byl vybrán pro řešení této

diplomové práce. Čtvrtá kapitola se věnuje návrhu implementace MOVE vozíku k montážní lince NS 2166 (RUMPF). V této kapitole je podrobně popsán MOVE vozík společnosti Trilogiq, je provedena analýza vytipovaných úseků pro zavedení tohoto vozíku a uvedeny návrhy jednotlivých tras. Následně je charakterizován postup zavedení trasy k montážní lince. Závěr práce je věnován zhodnocení všech hlavních pozitiv a negativ, kterých bylo implementací vozíku MOVE dosaženo.

1 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU

V této kapitole jsou nejprve představeny obě zúčastněné firmy, které jsou pro vypracování této práce klíčové. Jedná se o společnosti Škoda Auto a.s., pro kterou je tato diplomová práce realizována v duchu štihlé výroby a filozofie KAIZEN na montážní lince motorů NS 2166 (RUMPF) a společnost Trilogiq (tato firma se zaměřuje na výrobu produktů systému LeanTek a AGV vozíků - MOVE), která již přes 6 let působí ve firmě Škoda Auto a řadu let zajišťuje své služby i v celém koncernu VW Group. Autor nezajímavým čtenářům přiblíží systém LeanTek a automaticky naváděný vozík (AGV) společnosti Trilogiq. Dále v této kapitole bude charakterizována štihlá výroba včetně objasnění souvisejících pojmů a bude vysvětlen pojem *ergonomie*.

1.1 ŠKODA AUTO



Kořeny společnosti Škoda Auto a.s. sahají do roku 1905, kdy byl podnik transformován z výroby motocyklů na automobilový průmysl pány Václavem Laurinem a Václavem Klementem (podnik Laurin & Klement).



Tato společnost se může pyšnit již více než stoletou tradicí ve vývoji, výrobě a prodeji osobních automobilů. Zároveň patří značka Škoda k nejstarším automobilovým značkám na světě. Nová kapitola se začala psát 16. dubna 1991, kdy se společnost Škoda Auto, a.s. stala součástí automobilového koncernu Volkswagen Group.



Stala se již čtvrtou značkou tohoto koncernu, do kterého nyní patří automobilové značky jako Volkswagen, Audi, Seat a Škoda Auto, ale dále také Bentley, Bugatti a Lamborghini a VW užitkové vozy.



Logo/znak zjednodušeně řečeno vypovídá o vlastnostech, zaměření, stylu, postoji, atd. Dalo by se tvrdit, že se jedná o určitou vizitku, která vypovídá jaká ta či ona firma je. Logo mladoboleslavské automobilky Škoda bylo od roku 1905 do současnosti změněno celkem pětkrát. Vznik nového znaku vždy představoval pro společnost Škoda velké změny, posun směrem vzhůru a posílení značky na trhu. Logo v černo-zeleném provedení, které se stalo



čtvrtým symbolem této značky v řadě, je hodnoceno jako jedna z nejoriginálnějších a stylově nejčistších ochranných známek průmyslových podniků na světě.

Začátkem roku 2011 byl na Ženevském autosalónu představen nový znak automobilky Škoda, který napovídá o dalším rozmachu a průlomu společnosti.

„Modernizovaný okřídlený šíp, který je příslibem nových modelů, nových technologií a nové síly značky ŠKODA, se na vozech objeví v roce 2012.“ [22]

Logo svou symbolikou vyjadřuje:

„**Velký kruh** (mezikruží) – všestrannost výroby, dokonalost produkce, zeměkoule, svět,

Perut' (křídlo) – technický pokrok, rozpětí výrobního programu, odbyt výrobků ve světě,

Šíp – pokrokové výrobní metody, vysoká produktivita práce,

Kroužek (oko) – přesnost výroby, technická bystrost, rozhled,

Černá barva – stoletá tradice,

Zelená barva – ekologická produkce, ochrana životního prostředí, recyklace použitých materiálů.“ [25]

Firma Škoda Auto je největší český výrobce automobilů a svým obratem, tržbami a počtem zaměstnanců (necelých 25 000) patří k nejdůležitějším článkům českého hospodářství. Působí na více než 100 trzích v rámci celého světa. V prvních devíti měsících roku 2010 zvýšila značka Škoda celosvětově počet prodaných vozů oproti stejnému období roku 2009 o 12,8 %, na celkem 568 990 vozů a tržby vzrostly o 16,3 % na 160 miliard Kč. Firma Škoda Auto, a.s. zažila v měsíci září nejlepší prodejní výsledek všech dob, celkem 75 790 prodaných vozů, což je o 8,9 %, tedy o 6 767 vozů vyšší než v září 2009. [27]

Produktová paleta firmy Škoda Auto

Škoda Auto nyní vyrábí šest modelových řad, mezi které patří: Škoda Fabia (A05), Škoda Fabia Combi (A05), Škoda Octavia (A5), Škoda Octavia Combi (A5), Škoda Octavia Tour (A5), Škoda Octavia Combi Tour (A5), Škoda Roomster (A05R), Škoda Superb (B6), Praktik (A05R) a Škoda Yeti (A-SUV). Údaje uvedené v závorkách za jednotlivými vozy představují jejich interní označení.

Část z výše uvedených vozů je nabízena i v různých modifikacích, které jsou zaměřeny na jednotlivé skupiny zákazníků. Firma Škoda Auto nabízí pro vyznavače aktivního životního stylu modely v provedení Scout (viz tab. 1). S ohledem na životní prostředí, snižování spotřeby pohonných hmot a emisí CO₂ jsou zákazníkům nabízeny modely GreenLine (viz tab. 1). Pro příznivce výkonných, sportovně laděných automobilů

jsou nabízeny modely ve výkonné sportovní verzi – RS (viz tab. 1). Výjimečný, exklusivní, elegantní a jedinečný, takto lze popsat vozy Škoda Octavia a Škoda Octavia Combi v nejluxusnější provedení Laurin & Klement (viz tab. 1).

Tab. 1 Modelové řady vozů Škoda a jejich výbavy

Modely	Scout	GreenLine	RS	LPG	Laurin & Klement
Fabia (A05)	●	●	●		
Fabia Combi (A05)	●	●	●		
Roomster (A05R)	●	●			
Octavia Tour (A5)					
Octavia Combi Tour (A5)					
Octavia (A5)		●	●	●	●
Octavia Combi (A5)	●	●	●	●	●
Yeti (A-SUV)		●			
Superb (B6)		●			
Superb Combi (B6)		●			
Praktik (A05R)					

Zdroj: autor

Firma Škoda Auto a.s. se po celou dobu svého působení v automobilovém průmyslu řídí mottem zakladatelů této značky pány Václavem Laurinem a Václavem Klementem (viz obr. 1).

"Jen to nejlepší je pro naše zákazníky dost dobré"

[28]



Zdroj: [26]

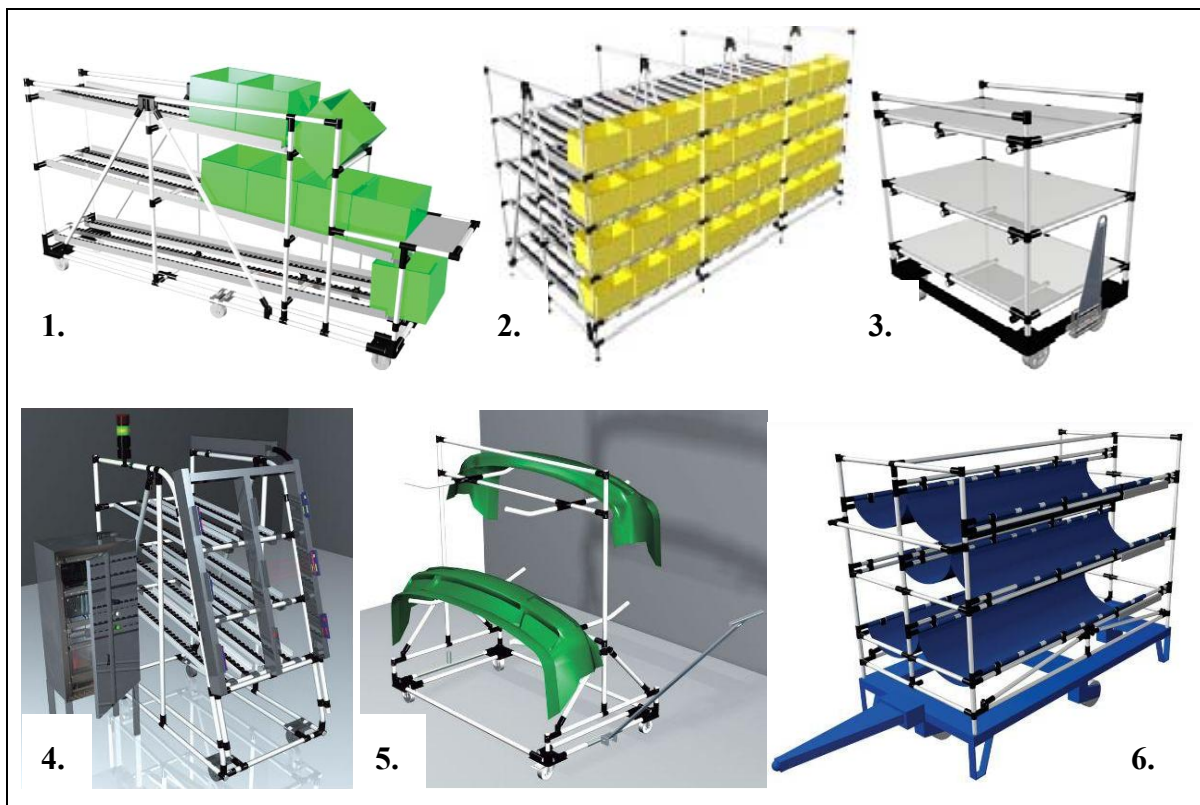
Obr. 1 Zakladatelé značky Škoda

1.2 TRILOGIQ



Společnost se zrodila ve Francii, kde se nachází i její hlavní sídlo a inženýrské centrum a na trhu působí již od roku 1992. „Její hlavní činností je především pomoc a podpora průmyslovým společnostem při realizaci Lean Manufacturing (štíhlé výroby).“ [5, str. 11]

Mezi výrobky společnosti Trilogiq patří široká škála sestav vytvořených z konstrukčních prvků systému LeanTek (více viz kapitola 1.2.1), jehož systém je jedním z nástrojů štihlé výroby (Lean Manufacturing) zaměřený na nedostatky v podniku zejména na oblast interní logistiky. LeanTek však nelze považovat za všelék, přestože se jedná o velmi účinný nástroj štihlé výroby. Produktovou paletu této firmy tvoří: průtokové regály, frontální zásobníky, supermarkety, pracovní a servisní stanice, převozní regály, převozní vozíky a speciální sestavy (viz obr. 2). Společnost Trilogiq je schopna ve svých TechCenter prostřednictvím CAD systémů převést kterýkoliv návrh do 3D vizualizace.



Zdroj: [34] (upraveno autorem)

Obr. 2 1. průtokový regál, 2. supermarket, 3. převozní vozík, 4. - 6. speciální sestavy

„Zákazníci firmy Trilogiq mají nejen možnost zakoupení si požadovaného výrobku, který firma navrhne, smontuje a umístí na požadované místo, ale také mohou využít řadu

jiných služeb, které tato firma nabízí. Mezi tyto služby patří například základní školení montáže LeanTek až po Lean Manufacturing.“ Účelem poskytovaných služeb firmou Trilogiq je vytvořit firmám spolehlivé a operativní zázemí s asistencí od návrhu přes montáž a instalaci systému LeanTek do výrobní linky. [5, str. 12]

Společnost Trilogiq svým zákazníkům umožňuje prostřednictvím školicích center - Trilogiq TechCenter osvojit si techniky navrhování a montáže, naučit se správně a efektivně využívat komponenty LeanTek. Zákazníci získají prostřednictvím tohoto systému nový náhled na pojem *štíhlá výroba*, který je výzvou pro další zlepšování, odstraňování plýtvání a zvyšování produktivity, což odpovídá filozofii zlepšování v podobě KAIZEN (viz kapitola 1.3.4).

1.2.1 LEANTEK

Představuje modulární systém společnosti Trilogiq, který byl vyvinut k implementaci filozofie KAIZEN (LeanTek je nástroj pro zavedení systému KAIZEN) a optimalizaci téměř v každém odvětví kde lze LeanTek použít.

„Tento flexibilní systém se skládá z několika základních prvků, mezi ně patří ocelové trubky potažené plastovou vrstvou (o průměru $D = 27$ mm a $d = 23$ mm), které jsou spojovány širokým sortimentem kovových spojek, válečkové tratě sloužící k pohybu materiálu, vodící lišty, kolečka a další příslušenství“ (viz příloha č. 3). [5, str. 41]

„LeanTek je určen podnikům, které si osvojily *myšlení v malém* a zavedly štíhlou výrobu, zavedení LeanTeku vede k maximální úspoře prostoru výrobního i nevýrobního, realizaci prakticky jakýchkoliv typů výrobních prostředků, prostředků pro optimalizaci výrobního procesu nebo mezioperačních činností. Vysoká až extrémní flexibilita jaké je systém LeanTek schopen dosáhnout je prostředkem pro neustálé odstraňování plýtvání ve spojení s filozofií KAIZEN. Tento přístup je zárukou průběžně rostoucí produktivity a zdokonalené návratnosti investic.“ [5, str. 41]

Produkty LeanTek jsou založeny na třech jednoduchých principech, kterými jsou:

- síla
- multifunkčnost
- odolnost

„V každém světě je tabulární systém uznáván jako ideální nástroj pro úspěšné zavedení jakékoli strategie štíhlé výroby.“ [9, str. 32]

„Produkty systému LeanTek jsou tolik žádané především pro jejich okamžitou reakci na požadovanou změnu. Tuto rychlou změnu lze provést přímo v pracovním prostředí. Jsou nabízeny 4 různé varianty dodávky systému LeanTek k zákazníkovi a ten si může zvolit, co mu nejvíce vyhovuje.“ [5, str. 42]

Více informací o systému LeanTek je uvedeno v autorově bakalářské práci – Štíhlá výroba a systém LeanTek na montážní lince motorů ZP4 II ve Škoda Auto a.s. viz [5].

1.2.2 MOVE (AGV)



Společnost Trilogiq nabízí ve své produkci nejen široký sortiment regálů a jejich derivátů, ale také Mobilní Operativní Vozíky tzv. MOVE (AGV) (viz obr. 3 a 4), což představuje moderní trend štíhlé výroby ve všech odvětvích průmyslové výroby. Tento produkt firmy Trilogiq je určen především pro společnosti zaměřující se na automatizaci výroby/montáže, ale hlavně na automatizaci logistické oblasti ve svém podniku.



Zdroj :Trilogiq
Obr. 3 AGV vozík (a)



Zdroj :Trilogiq
Obr. 4 AGV vozík (b)

Podrobnějšímu popisu MOVE vozíku společnosti Trilogiq se bude autor práce věnovat v kapitole 4.1.

1.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Moderní doba sebou přináší velké množství nových technologií, neustálé zlepšování metod pro řízení podniku a více konkurence na trhu. To klade na existenci a další rozvoj podniků a společností nemalé nároky. Firmy musejí nejen uhájít své místo na trhu, ale aby se mohly strategicky uplatnit, potřebují určitým způsobem získat převahu nad ostatními a získat silné postavení na trhu. Lze zde použít přirovnání, že pouze *silní přežívají* a společnosti bez konkurenční výhody přicházejí o možnost ovlivňovat nebo řídit určitým způsobem situaci na trhu. Tyto konkurenčně slabší firmy jsou nuceny následovat kroky těch silných.

Způsoby, kterými lze konkurenční výhody získat, jsou vícepředmětná výroba (vyrábět více typů výrobků), neustálé modifikování a rozvíjení stávajících produktů a udržování vysoké kvality provedení výrobků s dosažením co nejnižších nákladů. Velká variabilita výroby však přináší i složitější propojení komunikačních kanálů uvnitř i vně podniku, což vede ke zvyšování nákladů a přináší různé druhy plýtvání. Podnik proto hledá cestu k odstranění těchto ztrát při zachování konkurenceschopnosti. *Lean manufacturing* představuje to, co již řadu let většina podniků používá jako svou filosofii.

Filosofie *Lean manufacturing* (štíhlá výroba) se odvíjí od základní myšlenky, že všechny činnosti společnosti, které nevytváří přidanou hodnotu výrobku či službě pro zákazníka představují plýtvání. Plýtvání ať už v jakékoliv formě představuje ztráty a ty musejí být eliminovány. Pojem *štíhlý* podnik znamená vyrábět snadněji, efektivněji, kvalitněji a levněji na základě neustálého zlepšování. Nedílnou součástí štíhlého podniku je i samotné vzdělávání a motivování vlastních zaměstnanců tak, aby proces zeštíhlování byl srozumitelný a pochopitelný pro všechny.

„Zrod výrobního systému v Japonsku v období 50 – 60 let 20. století můžeme připisovat panu Taiichi Ohno, který působil jako manažer firmy Toyota Motors. Výrobní systém Toyoty vznikl z jednoduchého nápadu – odstranit zbytečnosti. Systém automobilky Toyota je označován jako TPS – Toyota Production System. V průběhu let převzaly systém TPS téměř všechny světové automobilky, systém se od jeho počátků stále zdokonaluje, ale i dnes se Toyota řadí mezi jedničky ve štíhlém výrobním systému.“

[5, str. 12]

Toyota Production System (TPS) – výrobní systém Toyoty je založen na třech základních pilířích:

- **Just in Time (JIT)** (viz kapitola 1.3.2)
- **JIDOKA** (viz kapitola 1.3.3)
- **KAIZEN** (viz kapitola 1.3.4)

„Podmínkou zeštíhlování je *myšlení v malém* (malé provozovny, malé prostory, malé kontejnery, malé zásoby, snížení zpracovávaných materiálů ve výrobě, výroba v malých dávkách, malé flexibilní linky, atd.) a průběžné zdokonalování, které nikdy nekončí.“ [9, str. 26]

Podnik zavádějící štíhlou výrobu musí splňovat určité zásady, mezi které patří:

- dokonalý proces
- plynulý tok
- eliminace všech druhů plýtvání

„Podle japonských zakladatelů této koncepce 80 % zeštíhlení výroby spočívá ve vytvoření přístupu, který bude eliminovat tvorbu odpadu a maximalizovat přidanou hodnotu. To je podstatný moment pro porozumění kontrastu mezi přidanou hodnotou a plýtváním.“ [9, str. 18]

„**Přidaná hodnota** představuje to, co váš zákazník zaplatí, tedy úkon montáže a výroby. Zbytek, i když je to práce, je plýtvání. Plýtvání, čili odpad, ztráta, je to, co váš zákazník nezaplatí, výroba bez přidané hodnoty.“ [9, str. 19]

Štíhlá výroba se snaží řídit heslem *naš zákazník náš pán*, proto mění následující rovnici zisku z:

- $Náklady + Zisk = Cena$

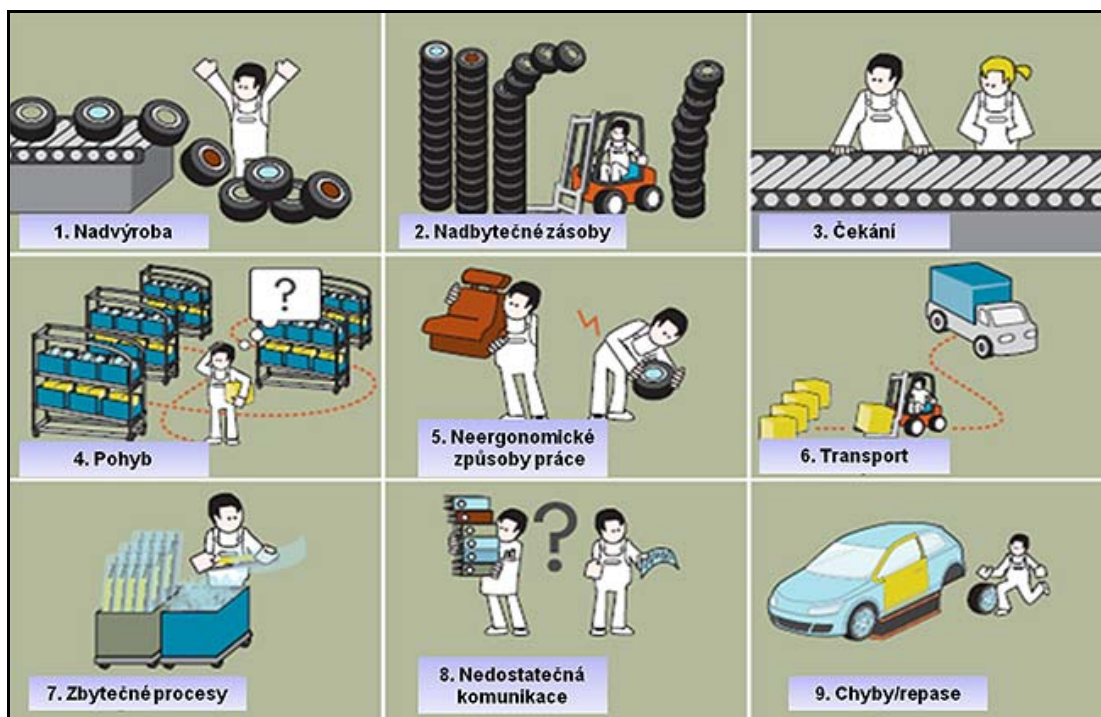
na:

- $Cena - Náklady = Zisk$

Tato druhá rovnice zisku představuje myšlenku filozofie štíhlé výroby, že zákazník by neměl platit za vadné výrobky, prostoje a jiné procesy nepřidávající hodnotu výrobku, jako v první rovnici. [41]

Druhy plýtvání

Plýtvání (*MUDA*) se vyskytují v každé sériové či hromadné výrobě, jedná se o takové činnosti, které výrobku nepřidávají hodnotu, ale vyžadují náklady. Právě filosofie Štíhlé výroby je zaměřena na eliminaci těchto druhů plýtvání. Firma Škoda Auto rozšířila základních 7 druhů plýtvání podle Toyoty na 9 druhů (viz obr. 5).



Zdroj: intranet - Škoda Auto a.s.

Obr. 5 9 druhů plýtvání podle Škoda Auto a.s.

1. Nadvýroba

Jedná se o nejhorší druh plýtvání. Výroba převyšuje množství poptávky na trhu. Tento druh plýtvání řeší filosofie just-in-time (JIT), která říká vyrábět to pravé, v pravý čas a v požadovaném množství (viz kapitola 1.3.2).

2. Nadbytečné zásoby

Jedná se o zásoby v podniku, které jsou ve větších dávkách, než jaké jsou potřebné, např. u montážní linky (nevhodná velikost palet, nesprávné rozmístění materiálu, nepřehlednost). Každý podnik si však musí určité množství zásob vytvářet, aby byl schopen v případě přerušení kontinuální dodávky materiálu do podniku, tuto ztrátu eliminovat z vlastních zásob.

3. Čekání

Představuje plýtvání v podobě čekání na práci, materiál, opravu strojů, informace apod. Tento druh plýtvání lze z části odstranit správným vytaktováním (optimální vytížení každého pracoviště na základě zadané doby taktu).

4. Pohyb

Chůze, ohýbání, hledání náradí či dlouhé cesty pro materiál jsou způsobeny špatnou organizací pracoviště. Jakýkoliv pohyb, který není potřebný k operaci, představuje ztrátu a nepřidává hodnotu výrobku. Tyto činnosti se dají odstranit metodikou 5S (viz kapitola 1.3.6).

5. Neergonomické způsoby práce

Jde o takové činnosti, při kterých vznikají chyby při práci v ergonomicky nevhodných polohách.

6. Transport

Častá manipulace na dlouhé vzdálenosti s materiálem, hotovými výrobky apod., např. přesouvání z jednoho skladu do druhého (mezisklady), přesouvání materiálu i mezi výrobními halami.

7. Zbytečné procesy

Do tohoto druhu plýtvání patří např. ty činnosti, kterými se vytváří něco navíc, co si zákazník nežádá (např. zbytečné přebalování materiálu z jedné přepravky do druhé). Mohou také vznikat při špatně zvolených zpracovatelských postupech ve výrobě.

8. Nedostatečná komunikace

Dochází k tomu při chybném, neúplném nebo žádném předání informací mezi dvěma na sobě závislými subjekty (osoby, směny, útvary, firmy atd.).

9. Chyby/repase

Snaha každého výrobního podniku je odhalení vadných nebo chybně smontovaných výrobků již ve výrobním procesu při vzniku dané závady. Vznikem vadných výrobků a jejich dalším postupem výrobou dochází k plýtvání výrobních zdrojů, protože vadný výrobek zákazník nechce - nezaplatí. Pro eliminaci tohoto plýtvání lze použít nástroje štíhlé výroby – JIDOKA (viz kapitola 1.3.3) a POKA-YOKE (viz kapitola 1.3.8).

Těchto 9 druhů plýtvání dle společnosti Škoda Auto a.s. upozorňuje na činnosti, které výrobku nepřidávají přidanou hodnotu. Tyto činnosti je třeba identifikovat a co nejdříve v největší míře eliminovat. Je však nutné zmínit ještě jeden druh plýtvání a tím je *nevyužití tvořivých myšlenek* všech zaměstnanců společnosti. Tento druh je velmi individuální s ohledem na odlišné povahy a myšlenkové pochody jednotlivých zaměstnanců.

Nástroje štíhlé výroby

Jedná se o metody, filozofie a systémy, které umožňují docílit správné implementace štíhlé výroby do každého podniku z kteréhokoliv odvětví s dosažením maximálního účinku zeštíhlení.

Mezi nástroje štíhlé výroby patří:

- KANBAN
- Just In Time
- JIDOKA
- KAIZEN
- Vizualizace,
- 5S
- TPM
- Poka – Yoke
- a jiné

1.3.1 KANBAN

„Bezzásobová technologie, která byla poprvé vyvinuta japonskou firmou Toyota Motors Company (v 50. a 60. letech minulého století) a rychle se rozšířila hlavně do výrobních podniků po celém světě, se nazývá Kanban. Je také znám pod jménem Toyota Production Systems (TPS). Nejvíce se používá ve strojírenské výrobě a zvláště v automobilovém průmyslu.“ [8, str. 241]

„Předpokladem systému KANBAN je existence okruhu mezi odběratelským a dodavatelským stupněm ve výrobním procesu přičemž množství dodávaného materiálu odpovídá zvolenému přepravnímu prostředku (balící jednotka). Dodávající subjekt nese odpovědnost za kvalitu a včasné dodání materiálu a odebírající subjekt je povinen objednaný materiál odebrat.“ [5, str. 15]

Princip systému KANBAN

„V rámci systému KANBAN začíná proces okamžikem, kdy odebírající subjekt odesílá prázdný přepravní prostředek dodávajícímu subjektu. Funkci objednávky zde zastává výrobní průvodka neboli KANBAN karta, která je umístěna na přepravním prostředku. V okamžiku, kdy prázdný přepravní prostředek dorazí k dodavateli, zahájí se výroba dávky. Ihned po vyrobení požadované dávky je plný přepravní prostředek zaslán zpět k odebírajícímu článku, který by si měl sám překontrolovat dodanou dávku. Tento proces, kdy dodavatel zahájí výrobu až po doručení prázdného přepravního prostředku (odebírající subjekt tak dává najevo svou připravenost zpracovat další výrobní dávku) nazýváme PULL princip nebo-li tažný systém.“ [5, str. 15]

„Existuje ještě tzv. PUSH princip nebo-li tlačný systém (opak PULL principu), kdy dodavatelský subjekt odesílá výrobní dávku v předem domluveném termínu (dodavatel nečeká na impuls od odběratele).“ [5, str. 16]

Pozitiva a negativa systému KANBAN

Velmi ceněným přínosem systému KANBAN je snížení zásob ve výrobě. Snížením zásoby u ML se docílí zvýšení efektivity procesu, s tím jde ruku v ruce i zvýšení produktivity a celkový provoz výroby se tak stane plynulejším. „Technologie Kanban, která je podmíněna hlubokými změnami v řízení a vysokou odborností pracovníků, zaručuje plynulost provozu i vysokou produktivitu a efektivnost výroby. Její přehlednost je tak dobrá, že nepotřebuje používat výpočetní techniku.“ Což systému zajišťuje nízké náklady na implementaci a zanedbatelné náklady na samotný provoz. [8, str. 244]

Ke správnému fungování tohoto systému je důležité mít proškolený personál a KANBAN karty umísťovat na přesně stanovená místa (nikdy jinde). Tato metoda s sebou zároveň přináší značný nárůst pracovních činností pracovníků v oblasti logistiky.

1.3.2 JUST IN TIME (JIT)

Patří mezi nejznámější logistické technologie vzniklé počátkem 80. let v Japonsku ve společnosti Toyota Motors Company, se zaměřením na zvyšování produktivity práce. „Mezi důležité faktory této metody patří čas, rychlost a flexibilita. Proč? Odpověď je jednoduchá: Prioritou výrobního podniku, který používá metodu JIT, je v co možná nejkratší době a v co možná nejvyšší kvalitě uspokojit přání zákazníka. To je možné pouze tehdy, když se podnik bude snažit zajistit plynulou výrobu bez ztrát, které jsou způsobené čekáním pracovníků na materiál. Jinak řečeno, aby byl potřebný materiál dopraven včas na místo jeho zpracování.“ [5, str. 16]

„To znamená, že tento systém využívá při řízení produkce již výše zmíněný PULL princip (výroby na výzvu) nebo-li tahový *systém řízení*. Vyrábět jen to, co je skutečně požadováno zákazníkem, v množství a v čase, ve kterém je výrobek požadován.“

[5, str. 16]

Charakteristické rysy metody JIT

- Výroba malého množství produktů v co možná nejpozdějším okamžiku
- dodávky bývají velmi časté, někdy i několikrát během dne
- zajištění nejvyšší kvality ve výrobě
- vyrábět jen to, co je potřebné, tedy to co si zákazník žádá
- eliminace ztrát

Metodu JIT lze realizovat pomocí dvou strategií jedná se o strategii *emancipační* či *synchronizační*.

„**Strategie emancipační** se zaměřuje na výrobu několika dávek najednou. Odběrateli je zasílána pouze dohodnutá část vyrobené dávky v dohodnutém termínu. Zbylá část dávky je uskladněna dodavatelem. Užití této strategie se v důsledku projevuje na jedné straně ušetřením výrobních nákladů, na druhé straně jsou vysoké náklady na uskladnění vyrobených dávek.“ [5, str. 17]

„Pro **strategii synchronizační** je charakteristické, že množství výrobní dávky je předem dohodnuté s odběratelem, kterému je dávka ihned po výrobě odeslána. Výhodou

této strategie jsou nízké respektive relativně nulové náklady na skladování. Naopak nevýhodou jsou vyšší náklady na výrobu, neboť je vyráběno v menších dávkách.“

[5, str. 17]

„Spolu s dosaženými výhodami této metody se dosahuje i určitých nechtěných aspektů, jako jsou nárůst přepravy způsobených stále menších zásilek v častějších frekvencích. To způsobuje vyšší zatížení dopravních cest nákladními automobily.“

[8, str. 244]

Pro úspěšné fungování filozofie JIT je předpokladem velmi těsná a častá komunikace mezi odběratelským a dodavatelským subjektem založená na vzájemné důvěře. „Dodavatelé dostávají k dispozici dlouhodobé výhledy plánů výroby svého odběratele.“ Jedná se např. o týdenní, měsíční plán výroby, dle kterého si dodavatel objednává potřebný materiál. „Dodavatelé kupujícího pravidelně (denně) informují o vývoji, výrobních plánech a případných problémech.“

[8, str. 251]

1.3.3 JIDOKA

„Automatizace s lidskou inteligencí představuje princip, který v každém kroku výrobního procesu kontroluje kvalitu výrobku. Jakmile je ve výrobním procesu strojem nebo lidskou obsluhou odhalena závada, nebo odchylka od standardního stavu je další postup výrobou vadného výrobku zastaven. JIDOKA zaručuje vyrábět v maximální možné kvalitě a odstraňuje plýtvání v podobě výroby *zmetků* a jejich další postup výrobním procesem.“

[5, str. 17]

1.3.4 KAIZEN

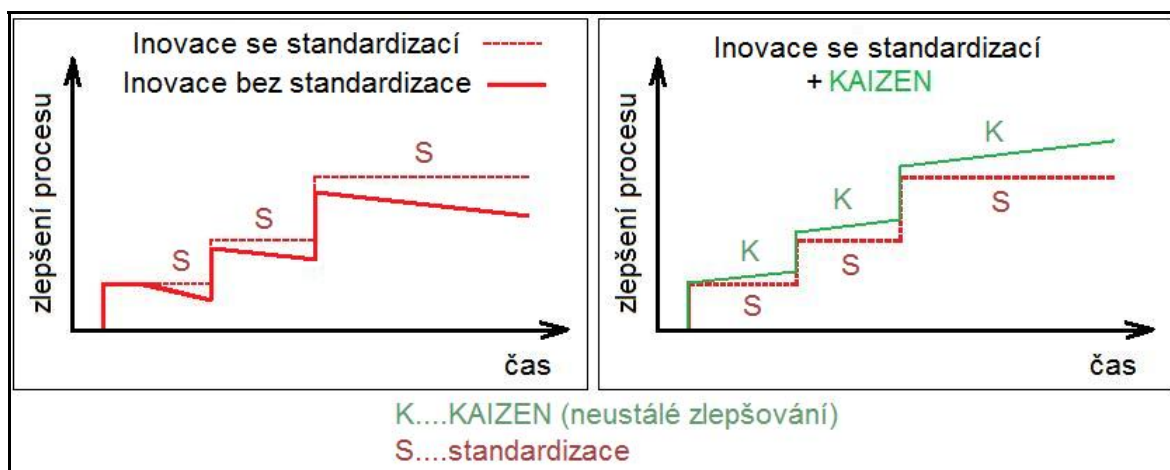
„Jedná se o japonské složené slovo, které se dá přeložit jako KAI – změna a ZEN – k lepšímu. Je jedním ze základních pilířů a představuje filozofii, která je založena na neustálém a nikdy nekončícím zlepšování každého procesu v podniku. Tato filozofie se od klasického zlepšování odlišuje tím, že zlepšování je postupné a neustálé. Cílem KAIZENU je, aby se samotné zlepšování stalo součástí každého procesu v podniku, protože zlepšováním jen konečného výrobku dochází k neefektivním procesům a tedy k plýtvání. Do tohoto zlepšování se zapojují jak montážní dělníci, koordinátoři, ale i jednotliví manažeři. Jednoduše řečeno se do tohoto procesu začleňuje každý pracovník podniku.“

[5, str. 18]

Každodenní cesta za zdokonalováním je založena na 3stupňovém procesu:

1. identifikace plýtvání
2. jeho izolace
3. eliminace

Je však velmi důležité si uvědomit, že i sebelepší zlepšování se neobejde bez standardizace. Pokud dojde k určitému zlepšení (např. procesu ve výrobě) je třeba toto zlepšení zavést jako standard, aby byl používán všemi zaměstnanci a zlepšení časem nedegradovalo (viz obr. 6).



Zdroj: Autor

Obr. 6 KAIZEN a standardizace

Ve společnosti Škoda Auto a.s. funguje ekonomicky motivační systém pro neustálé zlepšování označovaný - Z.E.B.R.A. Prostřednictvím tohoto systému jsou ve firmě Škoda podávány zlepšovací návrhy od zaměstnanců. Protože právě zaměstnanci mají nejvíce praktických zkušeností s konkrétním pracovištěm nebo výrobní operací a vědí, co se dá dělat na jednotlivých úsecích kvalitněji, rychleji, bezpečněji a úsporněji.

1.3.5 VIZUALIZACE

Metoda vizualizace vznikla ze skutečnosti, že člověk vnímá okolní informace z 80 % zrakem. Vizualizace vznikla proto, aby informace o průběhu výrobního procesu a stavu výrobních zařízení byly vždy a všem viditelné. Zde by se dalo použít přirovnání k přísloví - *Sejde z očí, sejde z mysli*.

„Jenom v případě, že všichni sdílejí stejné informace, mohou rychle reagovat na eventuální problémy a pracovat jako jeden tým. Od operátora na lince po inženýra, od

pracovníka údržby až po mistra, všichni okamžitě vědí, jak v danou chvíli výrobní proces probíhá.“ [31]

1.3.6 5S

Metodika 5S pochází z Japonska, ukazuje jak uspořádat pracoviště v pěti krocích pro odstranění ztrát při zbytečných činnostech. Zkratka 5S vyjadřuje počáteční písmena jednotlivých kroků této metodiky. Jednotlivé kroky na sebe plynule navazují, proto musí být realizovány v přesném pořadí. „V dnešní době je praktikování těchto pěti S v podstatě povinné pro všechny výrobní podniky. Nepřítomnost pěti S znamená nevykonnost, plýtvání, nedostatek sebedisciplíny, nízkou pracovní morálku, špatnou kvalitu, vysoké náklady a neschopnost plnit dodávky.“ [6, str. 36]

- **Seiri** (Roztřídit)

Roztřídit všechny předměty na pracovišti do dvou kategorií, *nezbytné* a *zbytečné*. Předměty v kategorii zbytečné odstranit z pracoviště. „Základním pravidlem je odstranit vše, co nebude použito v nejbližších 30 dnech.“ [6, str. 70]

- **Seiton** (Srovnat)

Uspořádání předmětů na pracovišti (které zbyli po Seiri) tak, aby byly rychle a pohodlně dostupné. Každému dělníkovi pracujícímu na pracovišti musí být jasné, kde se daný nástroj nachází.

- **Seiso** (Vyčistit)

Seiso znamená vše bezpodmínečně udržovat bez špíny, prachu atd. Pokud je na pracovišti pořádek, snadněji se hledají odchylky od standardu a předchází se možným poruchám, úrazům. Pravidelným úklidem se napomáhá k udržení hodnoty zařízení.

- **Seiketsu** (Standardizovat)

„Jednotná úprava a přehlednost znamená dostupnost potřebných informací všem. Nic není potřeba dlouho hledat, nikdo se nezdržuje, potřebné informace jsou umístěny přehledně na viditelných místech.“ [5, str. 19]

- **Shitsuke** (Sebedisciplína)

„Dodržovat disciplínu, dodržování výše uvedených pravidel, denní kontroly pracovní disciplíny na pracovištích, používání kontrolních dotazníků, stanovování nových úkolů a cílů. Následné odměňování nejlepších jako motivační nástroj.“ [5, str. 19]

„Největšího efektu se nástrojem 5S dosáhne na úzkých místech ML. Mezi hlavní přínosy patří čistější a organizovanější pracovní prostředí, z toho vyplývají také bezpečnější pracovní podmínky. Hlavním efektem je pak snížení času nepřidávajícího hodnotu – jedná se o eliminaci ztrátových časů, jako je například hledání náradí a nástrojů, opouštění pracoviště z důvodu cesty do výdejny a podobně. Navíc přináší okamžitý užitek, jehož dosažení není nijak finančně nákladné.“ [5, str. 19]

1.3.7 TPM

V překladu se jedná o Totálně produktivní údržbu neboli TPM. „Princip, na kterém funguje systém TPM je *prevence*. V tomto systému jsou do údržby strojů začleněni i ostatní pracovníci, nejen údržba. U každého stroje, automatické a poloautomatické stanice, jsou na viditelném a dobře přístupném místě umístěny desky, do kterých seřizovač zaznamenává stav a čas kontroly.“ [5, str. 19]

1.3.8 POKA-YOKE

Metoda se zrodila stejně jako většina ostatních v Japonsku a je součástí TPS (Toyota Production Systém). Český výraz pro tuto metodu lze formulován jako *vyhnutí se zbytečným chybám*, nebo v praxi běžně používaný výraz *chybuvedornost*. Tuto metodu lze přirovnat k metodě JIDOKA.

„Poka-Yoke je technika prevence lidských chyb na pracovišti. Je obvykle založena na mechanickém nebo elektronickém opatření, které nedovolí obsluze udělat chybu, či chybu přeměnit na vadu (neshodu).“ [38]

1.4 ERGONOMIE

„Vztah člověka – stroj s cílem vytvořit optimální systém s uplatněním současných poznatků biologie, fyziologie, psychologie, funkční anatomie i technických věd zkoumá *ergonomie*.“ [4, str. 27]

„Ergonomie je věda zabývající se vztahem člověk – technika – prostředí (ČTP), napomáhá zamezit a někdy i úplně eliminovat ohrožení zdraví člověka, zlepšuje pracovní pohodu člověka a napomáhá zvyšovat výkonnost. Ergonomicky nevhodné pracoviště má negativní dopad na produktivitu práce, pomocí ergonomie můžeme snadněji hledat příčiny pracovních potíží a snadněji hledat jejich řešení.“ [5, str. 21]

Vytvoření podmínek pro zvyšování pracovního výkonu bez současného zvyšování fyzické a psychické zátěže a vytvoření podmínek pro snížení fluktuace a nemocnosti. Společně s pracovní pohodou samotného zaměstnance dosáhnout i pozitivního postoje k firmě.

„Neustálý rozvoj vědy i techniky přináší nové stroje, nové technologie, zařízení i metody práce. Může tedy vznikat disproporce mezi požadavky a nároky, které nové činnosti či nová technika vyžaduje a možnostmi, schopnostmi a dovednostmi člověka při obsluze a výkonu. Následkem je přetížení člověka, což vede buď k jeho únavě, selhání či dokonce k havárii celého systému s možným zdravotním poškozením člověka. A je právě úlohou ergonomie, aby změnila tento *mechanocentrický* přístup, tzn. Navržení techniky bez přihlídnutí k limitům člověka, k tzv. *antrocentrickému* přístupu, který vychází z možností, schopností a dovedností člověka a již při koncepci a projektování techniky (pracoviště) respektuje všechna jeho omezení.“ [1, str. 7]

„Ergonomie svým rozsahem zasahuje do všech odvětví, se kterými člověk přijde do kontaktu. Již v době kamenné je vidět první *ergonomické* myšlení kdy bylo náradí, nástroje a zbraně upravovány pro potřeby člověka. Dnes se člověk s ergonomií setkává téměř na každém kroku, od psacích potřeb, kliky u dveří, obuvi až po kokpit automobilů atd.“ [5, str. 21]

Společnost Trilogiq uvádí šest základních pravidel ergonomie (viz příloha č. 2). V těchto šesti bodech (pravidlech) jsou uvedeny pravidla jak vytvořit sestavu LeanTek, aby obsluha nebyla nucena vykonávat nadměrné pohyby těla, aby rozložení zátěže na regálech pro odběr materiálu bylo optimální a také samotná manipulace se sestavami LeanTek byla snadná.

Ergonomie člověku usnadňuje, zkvalitňuje a zpříjemňuje život jak pracovní tak i osobní. Dalo by se tvrdit, že ergonomie provází člověka celým jeho životem. Proto je ergonomie velmi důležitá a je potřeba ji brát v potaz v každé činnosti člověka. Obě uvedené společnosti v této práci (Škoda Auto a Trilogiq) kladou právě na oblast ergonomie velký důraz. Dalo by se tvrdit, že ergonomie patří u obou společností mezi nejdůležitější oblasti a vynakládají značné úsilí a velmi intenzivně se věnují dalšímu zlepšení v této problematice.

2 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO STAVU NA ML NS 2166 (RUMPF)

V této kapitole se autor bude věnovat vypracování podrobné analýzy montážní linky motorů NS 2166 (dále označována jako ML RUMPF), uvede zde např. specifické údaje o ML RUMPF, sortiment montovaných motorů touto linkou a popis činností na jednotlivých operacích. Uvede trasy pro navážení materiálu, balící jednotky používané na ML, způsoby navážení materiálu a jaký regálový systém je zde používán. Dále jsou uvedeny metody řízení materiálového toku na této lince a na závěr kapitoly autor uvede rekapitulaci provedené analýzy ML RUMPF.

Vedení v hale M6 VA (výroba agregátů) podléhá mnoho velmi důležitých útvarů, z nichž pro vznik této práce jsou nejdůležitější dvě oblasti - VAM (výroba agregátů montáž) a VAL (výroba agregátů logistika). Působnost těchto dvou útvarů se střetává na *okraji* montážní linky, kde se obě oddělení setkávají a ve společné kooperaci vytvářejí přidanou hodnotu.

Definovat ML (montážní linka) lze z více hledisek. Z pohledu výroby jde o místo, kde jednotliví pracovníci – MD (montážní dělník) vykonávají práci na jednotlivých operacích, podle pracovního postupu ve stanoveném taktu. Z ekonomického pohledu se na ML nahlíží jako na místo, kde výrobek získává přidanou hodnotu. ML je oblast, kde je vykonáváno nejvíce práce, kde je velmi vysoká koncentrace materiálu a z toho všeho plyne, že ML patří i k nejdražším oblastem výroby.

Z výše uvedeného tvrzení vyplývá, že společnosti, které hodlají zvýšit kvalitu, efektivnost a produktivitu výroby či montáže, chtějí de facto v konečném součtu zvýšit zisk. Musí tedy zaměřit nástroje štíhlé výroby především na taková místa, jako ML a podobné oblasti s vysokým potenciálem úspor a zlepšení. Zaměřovat se však pouze na potenciálně atraktivní místa v duchu filozofie KAIZEN nelze, neboť je potřeba zaměřovat se na všechny oblasti ve společnosti komplexně.

V hale M6 (výroba motorů a převodovek), která se nachází v hlavním závodě společnosti Škoda Auto a.s. v Mladé Boleslavi, je v současné době realizována montáž 9 motorů (6 zážehových a 3 vznětové) a 13 modifikací převodovky MQ 200 podle typu motoru. MQ 200, je označení 5-ti stupňové manuální převodovky o hmotnosti 33 kg. Těchto 9 motorů je montováno na třech ML - NS 2166 (ML RUMPF), NS 2167 (ML ZP4

I) a NS 2221 (ML ZP4 II) (viz příloha č. 4). Montovanými motory v hale M6 jsou osazeny nejen vozy značky Škoda, ale montují se také do široké škály vozů koncernu VW.

Hala M6 se rozkládá na ploše o rozloze 65 000 m² (pro představu se jedná o plochu 8,5 fotbalových hřišť). Součástí haly M6 jsou dva sklady s označením J4 a J8 (viz příloha č. 4). Z pohledu montáže motorů - sklad J4 zásobuje pouze ML ZP4 II kde se uskutečňuje montáž vznětových motorů a sklad J8 zásobuje materiálem ML RUMPF a ML ZP4 I na obou těchto ML probíhá montáž zážehových motorů.

2.1 ANALÝZA ML RUMPF - MONTÁŽNÍ OBLAST

Náplní ML RUMPF je sériová montáž zážehových (benzínových) *Rumpfmotorů* 3 válcových (dále označováno - R3) a 4 válcových (dále označováno - R4) *dvanáctistovek*. Konkrétně se jedná o následující typy motorů:

- 1,2 HTP (44 kW)
- 1,2 HTP (51 kW)
- 1,2 TSI (63 kW) a 1,2 TSI (77 kW)



Zdroj: Škoda Auto a.s.
Obr. 7 Motor 1,2 HTP



Zdroj: Škoda Auto a.s.
Obr. 8 Motor 1,2 TSI

Podrobnější specifikace uvedených jednotek jsou uvedeny v tabulce 2. Montáž je však dělena pouze do tří základních skupin, protože motor 1,2 TSI má základ totožný jak pro slabší variantu tak pro silnější. Výkonového rozdílu je docíleno až použitím rozdílných řídicích jednotek montovaných na jiných ML. Dále jsou motory děleny do jednotlivých

sort (např. motory pro Indii, Rusko, severské státy a podobně), jednotlivé sorty se od sebe odlišují pouze rozdílem určitých dílů.

Pro tuto část diplomové práce je důležité objasnit pojem *Rumpfmotor* (dále RUMPF), který ve volném překladu znamená trup motoru, což přesně vystihuje daný pojem. Řeč je o kompletně smontovaném trupu motoru, nejedná se však o kompletní motor připravený k usazení do vozidla. RUMPF se skládá z komponentů (celkem 295 dílů), mezi hlavní díly patří: blok válců, hlava válců, víko hlavy válců, klikový hřídel, ojnice, písty, vačkový hřídel, vahadla ventilů, sací a výfukový ventil, vstřikovací jednotka, vodní a olejové čerpadlo, kompletní řetězový pohon rozvodů a olejového čerpadla, olejová vana, atd. Seznam montovaných komponentů lze vyčíst z chronologicky uspořádaného seznamu operací pro montáž motoru 1,2 TSI na ML RUMPF (viz příloha č. 5). RUMPF neobsahuje - setrvačnick, spojku, elektrickou instalaci, výfukové potrubí, turbodmychadlo, řídící jednotku atd. (v případě TSI je řeč o 133 dílech, které chybí RUMPF ke kompletnímu motoru).

Tab. 2 Produktová paleta ML RUMPF (technické parametry pohonných jednotek)

<i>Motor</i>	<i>Počet válců</i>	<i>Objem [cm³]</i>	<i>Výkon při ot./min [kW]</i>	<i>Točivý moment ot./min [Nm]</i>	<i>Kompresní poměr</i>	<i>Emisní norma</i>	<i>Emise CO₂ [g/km]</i>
1,2 HTP	3	1198	44 / 5200	108 / 3000	10,3 : 1	EU5	132
	Řadový kapalinou chlazený zážehový tříválec s rozvodem OHC - 2V, uložen vpředu napříč před přední nápravou.						
1,2 HTP	3	1198	51 / 5400	112 / 3000	10,5 : 1	EU5	128
	Řadový kapalinou chlazený zážehový tříválec s rozvodem 2xOHC - 4V, uložen vpředu napříč před přední nápravou.						
1,2 TSI	4	1197	63 / 4800	160 / 1500 - 3500	10 : 1	EU5	121
	Řadový, kapalinou chlazený přeplňovaný zážehový čtyřválec s rozvodem DOHC, s přímým vstřikováním, uložený vpředu napříč před přední nápravou.						
1,2 TSI	4	1197	77 / 5000	175 / 1550 - 4100	10 : 1	EU5	124
	Řadový, kapalinou chlazený přeplňovaný zážehový čtyřválec s rozvodem DOHC, s přímým vstřikováním, uložený vpředu napříč před přední nápravou.						

Zdroj: Autor

Výrobní kapacita ML RUMPF je určena z taktu a směnového času. Takt je z pohledu techniky čas na jednotku produkce (většinou je stanovena nejpomalejší operací). Kapacita ML RUMPF je určena na 825 motorů/směnu při taktu 32,73 sec (dále se bude pracovat s taktem 33 sec). Takt je složen z čistého času výroby a k tomu jsou připočítané ztráty, čistý takt je 30 sec a vzniklé ztráty přepočtené na jeden takt jsou 2,73 sec (v příloze č. 6 je uvedeno vytížení pracovníků na ML RUMPF při montáži 1,2 HTP). Přeseřízení a přenastavení ML se provádí při přechodu montáže na jiný typ motoru, změna se provádí v souladu s různou náročností montáže jednotlivých agregátů a vyvážení jejich taktů. Na ML RUMPF se však přeseřízení a přenastavení neprovádí, protože všechny tři montované typy motorů touto linkou mají totožný takt. Pro představu, o jak podstatnou časovou ztrátu se jedná, je uvedena hodnota přeseřízení a přenastavení na ML ZP4 II, která činí 20 min. Tato doba by na ML RUMPF představovala ztrátu 36 motorů.

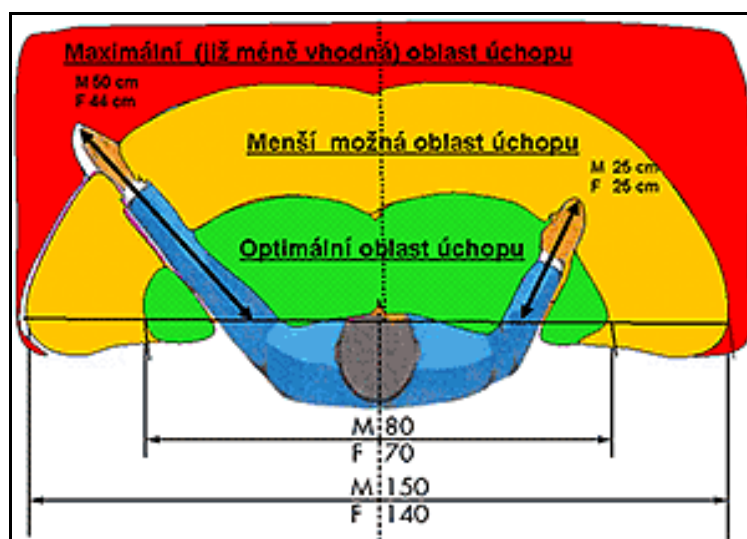
Na ML RUMPF je zaveden třísměnný provoz. S ohledem na odlišné pracovní postupy montáže jednotlivých motorů, je počet montážních dělníků (MD) na montáž jednotlivých pohonných jednotek odlišný. Při montáži motoru s označením 1,2 TSI pracuje na lince celkem 61 VD, z nichž je 7 koordinátorů, 2 repase pracovníci, 3 seřizovači a 49 MD provádějících montážní operace. Pro zbylé dva motory 1,2 HTP (44 kW a 51 kW) je potřeba 58 VD, z nichž je 7 koordinátorů, 2 repase pracovníci, 3 seřizovači a 46 MD provádějících montážní operace. Celkově je na montáž motoru 1,2 TSI zapotřebí o 3 MD více než pro zbylé dva motory. Rozmístění jednotlivých pracovníků při montáži na ML RUMPF je uvedeno v příloze č. 7. Pro bližší přiblížení činností na této ML je čtenářům uveden seznam prováděných operací při montáži motory 1,2 TSI v příloze č. 5.

Výše uvedené údaje o ML RUMPF jsou získány z osobní konzultace dne 4. března 2011 s panem Jaroslavem Misíkem, který ve firmě Škoda Auto a.s. působí v útvaru VSI jako průmyslový inženýr.

ML RUMPF má délku 140 m (půdorys ML má tvar *U*, tudíž dosahuje celkové délky přes 280 m) a šířku 15,5 m (šířka montážní linky se měří od jedné HDC - hlavní dopravní cesty k druhé a vše, co je v prostoru mezi HDC, spadá pod ML – montážní oblast), zabírá plochu o rozloze 2 170 m². Na ML RUMPF je 21 automatických a 9 poloautomatických stanic (tyto údaje však nejsou konečné z důvodu racionalizace ML RUMPF). Svými rozměry jde o největší ML montující motory v hale M6.

Velmi důležitou skutečností, kterou nelze opomenout v analýze ML RUMPF – oblast montáže je ergonomie. Společnost Škoda Auto a.s. uplatňuje velmi důsledně pravidla ergonomie na každé pracovní pozici v celém podniku, ať už se jedná o výrobu, montáž, administrativu a mnoho dalších oblastí. Firma se snaží svým zaměstnancům co nejvíce zpříjemnit a z pohodlnit pracovní prostředí a klade velký důraz na ochranu zdraví svých zaměstnanců. Pokud se bude zaměstnanec v práci cítit dobře a bude se pečovat o jeho zdraví, potom se zvýší jeho efektivita a bude méně nemocný.

Na každé pracovní pozici ML RUMPF platí např. optimální dosahová vzdálenost, což představuje ergonomické vychystávání, uspořádání materiálu, náradí a pomůcek v dané optimální dosahové vzdálenosti. Tato vzdálenost je striktně stanovena (viz obr. 9).



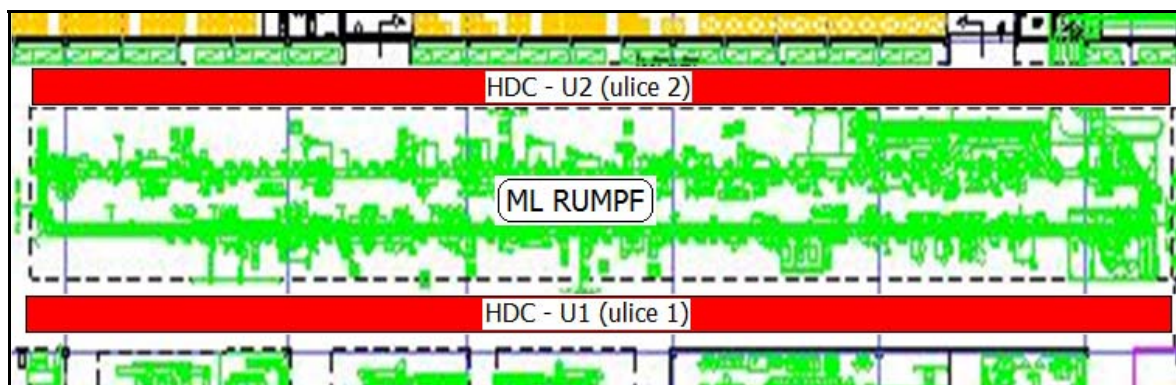
Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 9 Optimální dosahová vzdálenost

- Zelená oblast představuje optimální prostor. Do této oblasti je snaha směřovat veškeré pracovní činnosti. Pohyby v této oblasti jsou rychlé a přesné.
- Žlutá oblast představuje vhodný prostor. V této oblasti jsou pohyby obou předloktí bez nutnosti změny základní pracovní roviny.
- Červená oblast znázorňuje maximální možný pohyb pracovníka, který je pomalý a nepřesný.

2.2 ANALÝZA ML RUMPF – LOGISTICKÁ OBLAST

Tím nejdůležitějším pro správný chod ML je pravidelný, kontinuální a včasný přísun právě potřebného materiálu a to v požadovaném množství pro montáž a rovněž pravidelný odsun již kompletních výrobků od ML. Doprava a manipulace v blízkém okolí ML motorů je s ohledem na velké množství materiálu potřebného k montáži a na různé rozměry těchto montovaných dílů velmi intenzivní. Po celém obvodu ML jsou komunikace, kterými je zajišťován materiálový tok. Po celé délce ML se jedná o HDC a jimi je navážen materiál k lince. Tyto HDC jsou označovány *ulice*, každá ML má ulici po pravé i levé straně a jsou označovány jako U1 a U2, v případě ML RUMPF je U1 – levá strana a U2 – pravá strana (viz obr. 10). HDC neslouží jen k pohybu operátorů (pracovníci logistiky) navázející materiál, komponenty, přípravky a další, ale slouží také k pohybu veškerého personálu. Personál se smí pohybovat pouze ve vyznačené oblasti a musí zároveň dbát zvýšené opatrnosti.



Zdroj: Autor.

Obr. 10 Trasa U1 a U2

Takto označené ulice napomáhají k přehlednosti a orientaci logistické části při navážení materiálu k ML. Materiál potřebný k montáži na lince RUMPF je navážen ze skladu J8 (viz příloha č. 4). Sklad se nachází v přijatelné vzdálenosti od ML RUMPF, což zajišťuje velmi krátkou reakční dobu na případné změny montáže. Vzdálenost skladu od ML hraje při montáži velmi důležitou roli.

Společnost Škoda Auto a.s. používá při pohybu veškerého materiálu do/ze skladu v hale M6 metodu **FIFO - First In - First Out**. FIFO je metoda založená na principu fronty. Kdo první přišel, bude jako první obslužen a také jako první odchází.

Všechn potřebný nakupovaný materiál pro ML RUMPF je navážen ze skladu J8. Zbylý materiál tzv. díly vyráběné ve firmě Škoda Auto a.s., mezi které patří např. blok

motoru R3, hlava válců, klikový hřídel, vačkový hřídel atd. Tyto díly pochází z vlastní výroby značky Škoda a jsou k lince naváženy přímo od jednotlivých výrobních linek nebo z logistických ploch v hale. Jedinou výjimkou je nakupovaný blok pro R4, který je navážen ze skladu J4. Ze skladu a z výrobních linek je materiál k ML RUMPF dopravován více způsoby, rozhodující je druh BJ (balící jednotky). BJ se dále dělí na standardizované a speciální. Mezi standardizované BJ patří univerzální GLT paleta - reprezentantem u ML RUMPF je GLT paleta – 111820 o rozměrech 1200 x 1000 mm (viz obr. 11) a univerzální KLT přepravy (viz obr. 12), používané typy KLT přepravky v hale M6 (i v celé firmě Škoda Auto a.s.) jsou uvedeny v příloze č. 10. Ke speciálním BJ patří speciální přepravy vyrobené přímo pro daný materiál (např. olejová vana), ty jsou buď vkládány do spádových regálů nebo na Trilogiq vozíky.



Zdroj: Škoda Auto a.s.
Obr. 11 BJ GLT



Zdroj: [19]
Obr. 12 BJ KLT

Materiál používaný při montáži na této lince je rozmístěn na 40 regálech Trilogiq (15 regálů podél U1 a 25 podél U2), které byly navrženy podle potřeb a požadavků daného pracoviště. V těchto regálech jsou díly ukládány v KLT přepravkách různých velikostí. Dále je materiál uložen ve 28 GLT paletách, 12 speciálních Trilogiq vozících a 10 speciálních boxech, které obsahují kompletní hlavy válců. Tyto regály, GLT palety, Trilogiq vozíky a boxy jsou umístěny na ploše ML RUMPF u okraje HDC a každý z nich má jasně definovanou pozici (viz příloha č. 9).

Na začátek ML RUMPF jsou VZV naváženy palety, na kterých jsou umístěny opracované bloky motorů (blok motoru pro R3 *dvanáctistovky* si společnost Škoda Auto a.s. vyrábí ve svých Hutních provozech v Mladé Boleslavi, blok pro 4-válec je dovážen již hotový z Chemnitz) a každá paleta obsahuje přesný počet kusů. V případě R3 (viz obr. 13) je to 18 ks na paletě a u R4 (viz obr. 14) jde o 36 ks na paletě.

Na první operaci MD usadí blok na montážní paletu, na které zůstává po celou trasu ML upevněn až na její konec. Na konci linky je již RUMPF kompletní a MD jej demontuje z montážní palety. Následně je RUMPF zavěšen na řetězový dopravník, který ho dopraví do skladu J8 (viz příloha č. 4). Odtud je určitá část ze skladu J8 dopravena řetězovým (podvěsným) dopravníkem na ML ZP4 I, kde se motory dokončují. Zbylá část RUMPF je expedována do světa, přesněji jsou vyváženy do Španělska, Indie, Jižní Afriky a další.



Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 13 Blok motoru 1,2 HTP



Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 14 Blok motoru 1,2 TSI

Pod pojmem *montážní paleta* (viz obr. 15) se rozumí:

Speciální paleta, která se pohybuje po montážní lince v uzavřeném okruhu a je její nedílnou součástí. Paleta je uzpůsobena na uchycení motoru a umožňuje jeho otáčení o 360° v jedné ose, což zajišťuje snadnou montáž spodních dílů motoru. Dále se na montážní paletu umísťují společně s motorem i přípravky o kterých bude hovořeno později (viz kap. 4.2.1).



Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 15 Montážní paleta

Další materiál, který se pohybuje na ML, jsou tzv. *přípravky*. Tyto přípravky zajišťují efektivnější výrobu a uplatňují metodu Poka-Yoke (viz kapitola 1.3.8). Přípravky jsou umístěny na speciálních stojanech a ty jsou přesouvány MD po HDC mezi jednotlivými operacemi. Dále se k ML RUMPF přepravují již zmiňované boxy obsahující smontované hlavy válců. Tyto boxy jsou přepravovány MD z ML hlavy válců, která se nachází naproti ML RUMPF (viz přílohy č. 1 a č. 4). Rozměry těchto boxů jsou 1600 x 1400 x 1580 mm, každý box obsahuje v případě R3 - 2 ventilu a R3 - 4 ventilu 48 ks a u R4 je to 36 ks kompletních hlav válců.

U ML je umístěno velké množství *předmětů*. Jedná se o regály s KLT přepravkami, GLT palety, vozíky pro repasní motory, popelnice a další technologické stoly. Proto je důležité si uvědomit nutnost všech označení a zakreslení na layoutech.

Ze skladu J8 jsou **KLT přepravky k ML RUMPF** naváženy dvěma způsoby:

1. Navážení k ML RUMPF pomocí tzv. *vláček* - tahač s přípojnými vozíky (viz obr. 17).
2. Navážení k ML RUMPF pomocí VZV v GLT sestavě, která je složena z KLT přepravek stejné velikosti umístěných na podlážce a zakrytých víkem, tzv. manipulační paletová jednotka (viz obr. 16). Tento způsob se používá jen u dílů, kterých je v KLT přepravce málo.



Zdroj: Škoda Auto a.s.

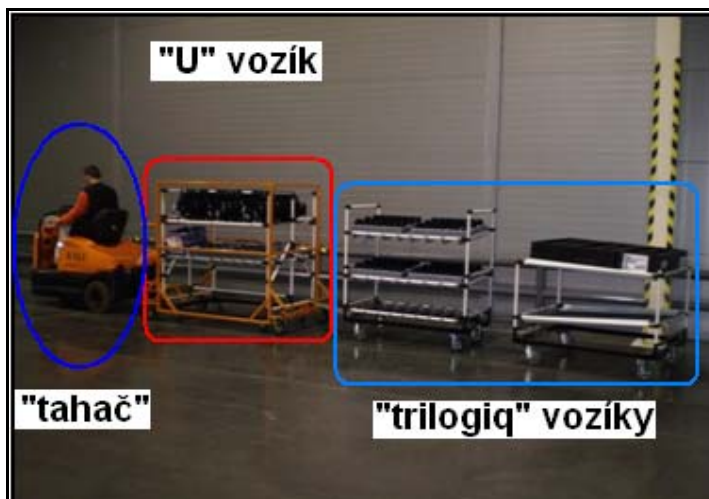
Obr. 16 Manipulační paletová jednotka

Navážení **GLT palet k ML RUMPF**

Tyto GLT palety jsou k ML RUMPF naváženy pomocí VZV a trasy při navážení jednotlivých GLT palet jsou individuální v závislosti na umístění jednotlivých GLT palet u ML. Každá paleta má své vyhrazené a viditelně označené místo na okraji ML. Palety

obsahují velké množství jednoho druhu materiálu a v některých případech není takového množství k výrobě potřeba. V tom případě dochází k vytváření nadměrné zásoby u ML, tedy k jednomu z 9 druhů plýtvání (viz kapitola 1.3). Rozměry GLT způsobují také v určitých oblastech ML problémy v podobě překážky pro MD.

Logistika v hale M6 (VAL) se již v roce 2009 věnovala modernizaci BJ GLT s využitím filozofie KAIZEN (viz kapitola 1.3.4) a systému LeanTek společnosti Trilogiq. Modernizace spočívala v určení GLT palet způsobující výše popsané nedostatky. Především se jednalo o ty palety, které vytvářely v oblasti ML nadměrné zásoby. Pro vytipovaný materiál byly navrženy speciální vozíky ze systému LeanTek, které obsahují jen potřebné množství daného materiálu k výrobě. Dále byl navržen způsob navážení nové BJ k ML RUMPF za pomoci *tahačů*. Nové navážení dílů je realizováno pomocí tzv. *U* vozíku a speciálních Trilogiq vozíků (viz obr. 17).



Zdroj: Škoda Auto a.s. (upraveno autorem)

Obr. 17 Souprava při navážení

Touto modernizací se dosáhlo jednak úspor v podobě nahrazení VZV *tahačem*, plochy u ML RUMPF a značnou měrou kleslo množství naváženého materiálu k lince. Nesmí se opomenout další přínos modernizace a to značné zlepšení ergonomické oblasti při odebírání materiálu. Při odebírání materiálu z GLT palety byl MD nucen vykonávat pohyby, které neodpovídaly moderní koncepci ergonomie. Sestavy systému LeanTek kladou velký důraz právě na ergonomii navrhovaných sestav.

Pokud dojde ke zlepšení ergonomie na pracovišti bude pracovník méně namáhaný, méně unavený, bude dělat méně chyb, zvýší se efektivita jeho práce a zvýší se produktivita pracovníka.

Regálový systém na ML RUMPF prošel stejně jako BJ GLT v roce 2009 - 2010 celkovou modernizací za intenzivní spolupráce se společností Trilogiq (viz kapitola 1.2), kdy byl původní regálový systém (spádové regály firmy SSI Schäfer) nahrazen systémem LeanTek (viz kapitola 1.2.1) firmy Trilogiq. Tato modernizace byla značným přínosem nejen z hlediska zeštíhlení ML RUMPF, ale došlo i k výraznému zlepšení ergonomie u nových regálů.

Na ML RUMPF bylo použito řešení z autorovy Bakalářské práce - Odsouvání v dané chvíli nepotřebných regálů mimo ML. Toto řešení autor navrhl na ML ZP4 II, kde bylo realizováno a je na této lince stále používáno.

2.3 METODY ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU NA ML RUMPF

Pro řízení materiálového toku se na ML RUMPF využívá metoda KANBAN s PULL principem (viz kapitola 1.3.1). Ve firmě Škoda Auto a.s. jsou používány dvě varianty metody KANBAN. Již přes rok se úspěšně využívá i další metoda řízení materiálového toku na této lince a to MILKRUN. Jedná se o metodu se základy založenými na principu již zmíněného a mnoho lety prověřeného KANBANu.

Pro úspěšné řízení materiálového toku na ML RUMPF je důležité označení regálů (př. **U1 R2**), jelikož určité regály jsou přímo stanoveny pro metodu KANBAN a jiné pro metodu MILKRUN. Každý z regálů musí obsahovat tzv. *regálový list*, který obsahuje seznam materiálu umístěném na regále. Regálový list je pro obě metody odlišný v množství uváděných informací.

- Pro systém KANBAN regálový list obsahuje: adresu linky a základní informace o dílech na daném regále – název dílu, počet KANBAN karet, číslo dílu, typ balící jednotky a číslo KANBAN karty.
- Pro systém MILKRUN je regálový list zjednodušen a obsahuje: adresu linky a informace o dílech na daném regále – název dílu, číslo dílu, počet KLT.

2.3.1 METODA – KANBAN

Jak již bylo řečeno, na ML RUMPF jsou používány dvě varianty metody KANBAN jsou téměř totožné, odchylka nastává v době odebrání KANBAN karty u KLT přepravek. Okamžik vyjmutí karty závisí na množství dílů v jednom KLT a s tím

související počet KANBAN karet pro daný díl (čím méně kusů materiálu v KLT tím více KLT v regálu nebo tím častější navážení). Pro GLT palety a Trilogiq vozíky platí pouze 1. varianta (viz níže). KANBAN karty jsou barevně rozlišeny dle motorizace. V případě stejného dílu pro více motorizací je na KANBAN kartě označen barevným kolečkem další typ motoru.

- 1. varianta

Při odebrání posledního dílu z KLT přepravky nebo při odebrání předem určeného počtu dílů z GLT palety a Trilogiq vozíku vyjme pracovník KANBAN kartu (viz obr. 18) umístěnou na boční straně přepravky, na GLT paletě nebo na Trilogiq vozíku. Tuto KANBAN kartu následně vloží do schránky k tomu určené (odběrné místo).

- 2. varianta

Při odebrání prvního dílu, tedy plné KLT přepravky z regálu, odebere pracovník i KANBAN kartu z této přepravky a tu následně umístí do schránky (odběrné místo).



Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 18 KANBAN karta

Pro obě výše uvedené varianty platí, že operátor logistiky průběžně vyzvedává z odběrných míst požadavek na materiál - KANBAN kartu, na kterou je ve skladu vydán nový materiál (s nejstarším datem uskladnění). Operátor logistiky odveze materiál i s KANBAN kartou na příslušné místo u ML a proces se stále opakuje. Z důvodu kontinuity výroby se musejí použít vždy minimálně dvě KANBAN karty. Montážní dělník (MD) při odebrání posledního dílu z KLT přepravky, GLT palety nebo Trilogiq vozáku nemůže čekat, až operátor logistiky přiveze naplněnou BJ materiálem.

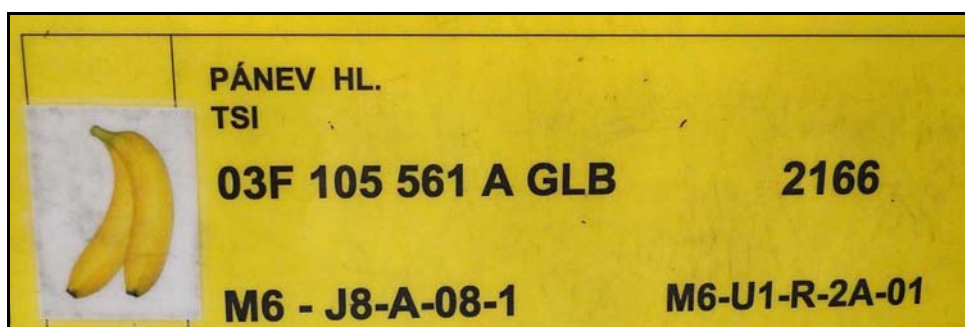
Čím méně uloženého materiálu u ML → tím více volného prostoru u ML → tím méně vázaného kapitálu. Této rovnici se docílí zavedení PULL principu.

2.3.2 METODA - MILKRUN

Původ metody MILKRUN pochází z Anglie a v žádném případě nelze hovořit o novince v oblasti logistiky. Smysl tohoto systému spočíval v pravidelných svozech čerstvého mléka od jednotlivých farmářů do mlékárny a posléze rozvoz mléka z mlékárny zákazníkům. Je to výměna prázdného balení za plné.

Jak již bylo řečeno metoda MILKRUN se v mnoha ohledech velmi podobá metodě KANBAN. Dá se tvrdit, že metoda MILKRUN je jednodušší verzí metody KANBAN. K odlišnostem tohoto systému patří obsah odvolávací karty metody MILKRUN tzv. Pseudokanban karty (viz obr. 19). Další odlišností je skutečnost, že Pseudokanban karta metody MILKRUN zůstává součástí BJ po celou dobu pobytu u ML a používá se pouze pro BJ KLT. To, co zůstává u obou metod stejné, pro každý typ motoru je používáno jiné barevné provedení karet. V případě metody MILKRUN na ML RUMPF se používají tyto barvy dle motorů (TSI, HTP 2-ventil a HTP 4-ventil):

- TSI (R4) žlutá
- HTP 2-ventil (R3) růžová
- HTP 4-ventil (R3) zelená



Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 22 Pseudokanban karta

V situaci, kdy je materiál montován na více typů, má Pseudokanban karta barvu jednoho z dílů a druhý díl je na kartě symbolizován kolečkem příslušné barvy (jak je tomu na obr. 18).

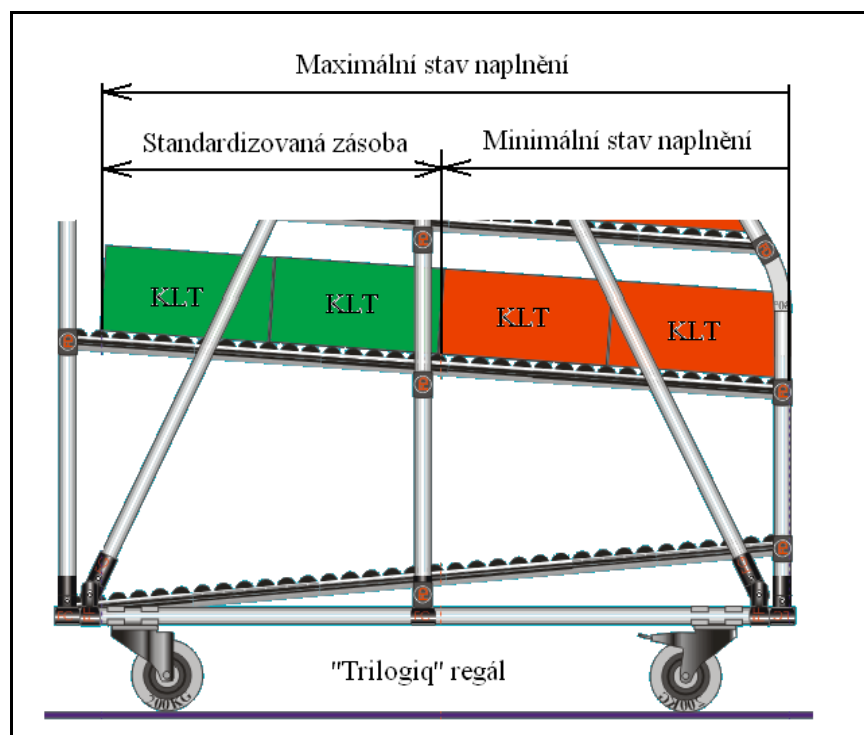
System MILKRUN je navážení materiálu v pravidelných časových intervalech dle předem stanoveného jízdního řádu. Plánované trasy pro navážení musejí být co

nejefektivnější. V případě ML RUMPF jsou používány 3 trasy (3 operátoři) pro navážení materiálu (viz příloha č. 11). Pro každou trasu je určen jeden operátor. Jízdní řád je stanoven pouze pro 1. a 2. operátora, časový interval jednotlivých jízd je nastaven pro 1. operátora po 45 min. a pro 2. operátora po 30 min. Každý z těchto dvou operátorů logistiky má seznam dílů, které má navážet na určené trase. Operátor u linky naloží prázdné KLT a odveze je do skladu, kde provede výměnu prázdné za plné. Na naložené (plné) KLT umístí Pseudokanban karty z prázdných KLT dovezených z předchozí jízdy formou výměny kus za kus. Příslušný materiál naskladňuje do příslušného regálu jen za předpokladu, že je materiál v regále odebrán ze standardizované zásoby (viz obr. 20). Poslední tedy 3. operátor naváží nepřetržitě bez ohledu na jízdní řád pouze vysokoobrátkové díly. Tento materiál je pro operátora připravován v supermarketu.

Na metodu MILKRUN lze nahlížet v porovnání s metodou KANBAN ze dvou odlišných pohledů. Z pohledu výroby je metoda MILKRUN přínosem a z pohledu logistiky představuje nárůst pracovních činností.

2.3.3 STANDARDIZOVANÁ ZÁSoba KLT NA REGÁLECH

Pro obě používané metody na ML RUMPF (KANBAN a MILKRUN) existují dva stavy naplnění zásobníku (regálu):



Zdroj: Autor

Obr. 20 Standardizovaná zásoba (ukázkový příklad)

- Minimální stav naplnění (vyznačuje minimální množství/počet KLT jednoho materiálu na jednom regále) (viz obr. 20).
- Maximální stav naplnění (vyznačuje maximální množství/počet KLT jednoho materiálu na jednom regále, což představuje množství KANBAN karet na daný díl) (viz obr. 20).

Je třeba si uvědomit odlišné rozměry jednotlivých materiálů, možnosti jejich ukládání do přepravek a celkový počet KLT přepravek jednoho materiálu. Pro vyjasnění této situace je uvedeno porovnání dvou dílů (viz tab. 3). Oba díly jsou montovány na ML RUMPF a oba mají stejnou balící jednotku.

Tab. 3 Porovnání dvou dílů z pohledu objemu zásoby u ML RUMPF

č.	Díl	Motor	KLT	počet KLT u ML [ks]	ks/KLT [ks]	ks/motor [ks]
1.	vstřikovací ventil	TSI	4147	16	36	4
2.	transportní oko	TSI	4147	2	150	1

Zdroj: Autor

Z tabulky jsou jasně viditelné rozdíly u obou materiálů. Ač mají oba materiály stejnou BJ a rozdíly v rozměrech obou dílů jsou vůči sobě zanedbatelné (z pohledu množství ks/KLT), tak rozdíl v množství dílů v KLT je 114 ks. Za tímto rozdílem stojí již zmiňované uspořádání materiálu v KLT, uspořádání dílu č. 2 v KLT je náhodné a dosahuje se vysokého zaplnění přepravy. Naproti tomu díl č. 1 je pravidelně uspořádán a míra zaplnění je nízká. Důvodem je ochrana materiálu před poškozením. Lze konstatovat, že množství KLT jednoho materiálu u ML je dáno charakteristickými vlastnostmi daného materiálu.

2.4 REKAPITULACE PROVEDENÉ ANALÝZY NA ML RUMPF

Na závěr této kapitoly jsou uvedeny zjištěné silné stránky a nedostatky na ML RUMPF, které vyplynuly ze získaných informací na základě dlouhodobého pozorování, podrobné analýzy a konzultace s pracovníky u ML RUMPF a manažery.

Velkým plusem ML RUMPF je téměř ideální produktová paleta. Montáž se zaměřuje pouze na dva motory - 1,2 TSI (R4) a 1,2 HTP (R3), z nichž 1,2 HTP (R3) je dělena ještě do dvou podskupin (2-ventil a 4-ventil). Z toho plyne mnohem menší

rozmanitost materiálu u ML RUMPF a s tím spojené množství. Platí čím méně montovaných typů tím méně přípravků. Další výhodou je stejný takt obou motorizací, což eliminuje potřebný čas na přeseřízení a přenastavení linky. Výraznou výhodou na ML RUMPF jsou regály ze systému LeanTek, které lze snadno přestavovat a navíc je možné většinu komponentů tohoto systému opětovně použít. Jednoduchost systému LeanTek umožňuje rychlou a nenákladnou realizaci filozofie KAIZEN. Také je dosaženo podstatné zlepšení ergonomie. Spádové regály Trilogiq jsou ideální ke skladování systémem FIFO (průtokové skladování). Z jedné strany je materiál naskladněn do regálu, materiál je samovolně (náklon kolečkové dráhy + hmotnost přepravky) přepraven na druhou stranu regálu, kde je připraven k vyskladnění. Na závěr rekapitulace přínosů je důležité připomenout ideální vzdálenost skladu J8 od ML RUMPF (viz příloha č. 4).

Z provedené analýzy vyplynuly také nedostatky, které budou předmětem návrhů řešení pro lepší optimalizaci a maximálního využití všech současných systémů zavedených na ML.

Tyto zjištěné nedostatky jsou podnětem pro návrhy řešení eliminující diagnostikované problémy.

1. Nejednotné značení jednotlivých materiálů

Prolínají se zde dvě metody řízení materiálového toku (KANBAN a MILKRUN) a toto společné prolnutí obou metod vede k možnosti vyšší chybovosti pracovníků montážní či logistické oblasti.

2. Logistické využití MD

MD manipulují se speciálními stojany pro transport přípravků a pro tuto činnost nemá MD ve svém taktu vyčleněn čas. Detailní rozpracování v podkapitole 4.2.

3. Nadbytečné skladovací prostory a množství materiálu u ML RUMPF

Tento nedostatek je způsoben přítomností rozměrných GLT palet, které u ML zabírají velkou plochu a vytvářejí tak nadměrné skladovací plochy. V GLT paletách se nachází velké množství materiálu, které v mnoha případech není potřebné k montáži a představuje u ML nadměrné množství materiálu (plýtvání v podobě nadměrných zásob).

4. Neoptimální vytížení spádových regálů

Jak již bylo řečeno značným přínosem na této ML je přítomnost regálového systému LeanTek. Je však nutné si uvědomit, že pokud přibude nebo bude odebrán do produktové palety agregát. Znamená to přísun/odsun materiálu k/od ML. To sebou přináší v případě navýšení materiálu nedostatečné kapacity regálů u ML. V opačném případě dojde ke vzniku prázdných míst na regálech, což představuje plýtvání v podobě zastavěného nevyužitého prostoru. Nejedná se pouze o problémy způsobené změnou produktové palety linky. Problém může nastat i při změně BJ, kdy je potřeba daný regál přizpůsobit. Z pohledu ergonomie regálů můžeme také spatřit určité nedostatky. Např. Při návrhu regálů nebyly nedostatky z krátkodobého hlediska zjistitelné, ale za delší dobu používání byly pracovníky identifikovány a je třeba je neprodleně odstranit.

5. Vysoká koncentrace dopravy na HDC – U1

Kolem ML RUMPF jsou HDC (U1 a U2), kterými je navážen nejen materiál v různých balících jednotkách (viz kapitola 2.2), ale v případě U1 i velmi objemné boxy z ML hlavy válců. To představuje s ohledem na množství používaného materiálu velmi frekventovaný provoz. Další zatížení této HDC je způsobeno transportem přípravků (viz kapitola 4.2).

3 NÁVRHY PRO ŘEŠENÍ ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ

V této kapitole se autor zabývá možnými návrhy pro odstranění výše zmíněných nedostatků provedenou analýzou. Autor práce navrhl celkem pět řešení. Tyto návrhy vznikly z podnětů z výše uvedených problémů a nedostatků na montážní lince motorů NS 2166, v souladu s požadavky společnosti, VAM, VAL a připomínek MD této linky. Všechna řešení jsou navrhována v duchu filozofie štíhlé výroby – KAIZEN (viz kapitola 1.3.4). Na závěr této kapitoly autor uvede řešení, které je vybráno pro vypracování této diplomové práce a objasní důvody výběru.

1. návrh (reakce na nedostatek č. 1)

Sjednocení systémů pro řízení materiálového toku

Tento návrh zabývající se nejednotným značením jednotlivých materiálů vznikl jako reakce na nedostatek zjištěný během provedené analýzy. Návrh spočívá ve sjednocení obou systémů pro řízení materiálového toku na ML RUMPF. Současný stav na ML představuje souběžné fungování dvou systémů pro řízení materiálového toku (KANBAN a MILKRUN).

Přínosy

- přehlednost
- zjednodušení

Nedostatky

- časová a personální náročnost

2. návrh (reakce na nedostatek č. 2) (viz kapitola 4)

Převoz speciálních stojanů s přípravky prostřednictvím AGV společnosti Trilogiq - MOVE

Tento návrh vznikl v závislosti na zjištěném nedostatku provedenou analýzou – logistické vytížení MD pro převoz speciálních stojanů s přípravky. Autor práce navrhne na vytížených úsecích nejvhodnější trasy pro MOVE vozíky, kterými se zajistí transport přípravků mezi jednotlivými operacemi. Dále je nutná úprava speciálních stojanů (na kterých jsou uloženy přípravky), které musí být upraveny pro možnost zapojení za MOVE

vozík. V případě, že nebude možné potřebnou úpravu uskutečnit, bude nutné provést návrh nového stojanu (z komponentů systému LeanTek).

Přínosy:

- nižší časová zátěž MD
- nižší fyzická námaha MD
- bezpečnost MD
- úspora fondu pracovní doby MD
- zavedení vyššího stupně automatizace ML RUMPF

Nedostatky:

- finanční náročnost na realizaci
- vyšší prostorové zatížení U1 (HDC)

3. návrh (reakce na nedostatek č. 2 a 5)

Převoz objemných boxů z ML hlavy válců na ML RUMPF prostřednictvím MOVE vozíku

Tímto návrhem by se docílilo částečné eliminace pohybu MD po HDC (U1), reakce na nedostatek – vysoká koncentrace dopravy na HDC (U1). Transport těchto boxů zajišťují MD z ML hlavy válců. Autor by navrhl trasu pro navážení boxů. Protože se v tomto řešení jedná o navážení materiálu z ML hlavy válců na ML RUMPF, je velmi důležité navrženou trasu prodiskutovat s VAM a VAL. Dalším krokem v tomto návrhu by byla úprava boxů, probíhala by obdobně jako v případě 1. návrhu.

Přínosy

- nižší časová zátěž MD
- nižší fyzická námaha MD
- bezpečnost MD
- úspora fondu pracovní doby MD
- úspora plochy u ML RUMPF

Nedostatky

- finanční náročnost na realizaci
- křížení trasy
- vyšší prostorové zatížení U1 (HDC)

4. návrh (reakce na nedostatek č. 4)

Optimalizace vytipovaných regálů

Na ML se vytipují vhodné regály pro optimalizaci. Vhodným regálem se rozumí takový, který má nevyužitou kapacitu, regál neodpovídá ergonomickým požadavkům, je třeba navýšit kapacitu, u některého materiálu umístěného na daném regálu došlo ke změně BJ, apod. Takový regál je nutné optimalizovat, když se bude jednat pouze o menší úpravu, kde nebude třeba většího zásahu do konstrukce stávajícího regálu. Je možné změnu provést přímo u ML, během několika málo minut. V opačném případě, tedy realizace větších změn je potřeba regál odstavit od ML a v dílně TRILOGIQ (viz příloha č. 4, TRILOGIQ) lze provést požadovanou změnu.

Vytipují se vhodné regály, obstará se aktuální seznam materiálu, který je již na daných regálech umístěn nebo má být umístěn. V případě, že stávající regál/y neodpovídá/ají kapacitně, bude proveden návrh optimalizace regálu, který vychází ze získaného aktuálního seznamu materiálu (rozměry KLT a jejich množství) a z operací, na kterých je daný materiál montován. Dále je vytvořena výkresová část a optimalizované regály jsou sestaveny.

Jedná se o stručný postup optimalizace regálů systému LeanTek, kompletní postup je uveden v autorově bakalářské práci – Štíhlá výroba a systém LeanTek na montážní lince motorů ZP4 II ve Škoda Auto a.s. [5].

Přínosy

- zlepšení ergonomie
- úspora prostoru u ML RUMPF
- možnost barevného rozlišení

Nedostatky

- finanční náročnost na realizaci

5. návrh (reakce na nedostatek č. 3 a 5)

Přeskupení materiálu z GLT palet na speciální vozíky systému LeanTek

Tímto návrhem chce autor docílit úplné (nebo alespoň částečné) eliminace GLT palet u ML obsahující materiál k montáži. Určitý materiál je k lince v současné době

navážen v GLT paletách ze skladu pomocí VZV. Pro tento materiál by autor navrhl speciální vozíky ze systému LeanTek. Do těchto vozíků by byl materiál ve skladu ukládán a prostřednictvím vláčku by se navážel k ML RUMPF.

Přínosy

- úspora prostoru u ML RUMPF
- redukce nadbytečných zásob u ML
- ušetří se VZV nutný pro navážení GLT palet

Nedostatky

- přibude tahač pro navážení Trilogiq vozíků
- finanční náročnost na realizaci

3.1 VYBRANÁ ŘEŠENÍ K REALIZACI

Z výše uvedených návrhů pro eliminaci nedostatků na ML RUMPF byl vedením a odbornými útvary provozu výroby motorů v hale M6 pro realizaci této práce prioritně vybrán návrh č. 2 - *Převoz speciálních stojanů s přípravky prostřednictvím AGV společnosti Trilogiq - MOVE*. Tento návrh je vybrán s ohledem na trend společnosti Škoda Auto a.s., kdy je snaha stále zlepšovat procesy, zvyšovat efektivitu, produkci a současně snižovat náklady spojené s výrobou. Dále společně s novým logem přichází i nová filozofie firmy a to zavádění dalších stupňů automatizace. Také vzhledem k současným požadavkům na trhu, kdy je vysoká poptávka po nízko objemových benzínových motorech s vysokým výkonem (tento moderní trend je nazýván *downsizing*). Z těchto výše uvedených důvodů je nutné zvýšit efektivitu montáže ML RUMPF.

Zbylé návrhy č. 1., 3., 4. a 5. nebudou dále podnětem pro řešení této diplomové práce, ale je možné je využít jako prvotní impulz k novým projektům.

4 NÁVRH IMPLEMENTACE VOZÍKU MOVE K ML RUMPF

V této kapitole autor podrobně představí MOVE vozík společnosti Trilogiq a uvede typy, které jsou zákazníkům nabízeny. Uvede bezpečnostní prvky vozíku a vysvětlí jejich důležitost v provozu výroby či montáže. Další podkapitola je věnována analýze úseků pro zavedení MOVE vozíků. Jsou zde podrobně popsány vybrané úseky, přípravky na těchto trasách (úsecích), speciální stojany pro transport přípravků a časové vytížení MD při transportu těchto přípravků. Na závěr této kapitoly jsou uvedeny kompletní návrhy na všech třech úsecích včetně výhod a nevýhod jednotlivých tras.

4.1 TRILOGIQ MOVE (AGV)

AGV je obecné označení pro - automaticky naváděných vozíků. Firma Trilogiq tento AGV nazývá - MOVE představuje průmyslový vozík bez řidiče. AGV se uplatňují ve výrobě, na montážích a ve skladech, kde se používají pro transport materiálu, ale mohou být též použity i jako mobilní pracovní stoly nebo jako montážní plošiny.

Základní struktura AGV vozíku společnosti Trilogiq – MOVE (dále jen MOVE) je tvořena celkem čtyřmi prvky, mezi které patří:

- jízdní trasa
- řídicí systém
- samotná konstrukce vozíku
- napájení vozíků

Profil jízdní trasy je snadno definován dle požadovaného materiálového toku nebo dle požadavků na využití MOVE. Následná implementace trasy do provozu představuje v případě MOVE vozíku nalepení samolepící magnetické pásky (50 mm šířka a 0,6 mm tloušťka) na podlahu haly, po které se bude MOVE vozík pohybovat. Ochrana magnetické pásky může být zajištěna: krycí páskou, epoxidovou ochranou, hliníkovým profilem, a jiné.

Řídicí systém vozíků představuje mozek celého MOVE, zajišťuje plynulý pohyb vozíku po magnetické pásce a vykonává nadefinované příkazy. Příkazy jsou buď definované kombinací příkazových značek (MOVE 2) nebo se dají plně naprogramovat (MOVE 3). O příkazových značkách více v kapitole 5.1.1.

Konstrukce MOVE je složena z komponentů systému LeanTek. Tato skutečnost nabízí široký okruh výhod počínaje barevným provedením konstrukce, různé typy úprav vozíku (př. speciální nástavby) a konče úpravou konstrukce přímo v provozu.

MOVE je bateriový elektrický vozík osazený dvěma 12 V gelovými bateriemi (kapacita baterií je volitelná dle potřeby zákazníka). Obě baterie jsou zapojeny do série (sériovým zapojením akumulátorů se dosáhne stejné kapacity ale dvojnásobného napětí), tím je docíleno napětí 24 V. Velmi rychlá a jednoduchá výměna baterií je zajištěna konstrukcí systému LeanTek a zaručuje maximální flexibilitu a mobilitu i v nepřetržitém provozu.

Základní prvky MOVE vozíku společnosti Trilogiq jsou uvedeny v příloze č. 12.

MOVE vozík je schopen dopravit z místa A do místa B náklad o hmotnosti do 1500 kg. Podmínkou však je, že trasa MOVE nesmí přesáhnout stoupání 1°. Pro otočení o 180° potřebuje MOVE vozíku rádius o poloměru 600 mm, výjimkou je vozík MOVE 3-3 (viz níže).

4.1.1 NABÍZENÁ PALETA VOZÍKŮ MOVE

Každý provoz, každá oblast a mentalita lidí je vždy jiná a je třeba brát každého zákazníka individuálně. Aby společnost Trilogiq byla schopná uspokojit různé nároky a požadavky na využití automaticky navážených vozíků nabízí možnost výběru. Na trhu jsou nabízeny tři základní varianty MOVE vozíků.

- **MOVE 1 (Jednoduché)**

Vozík přijímá jen základní příkaz – *zastav*, rozjezd vozíku je zajištěn manuálním spuštěním obsluhou. Rychlost tohoto modelu je až 30 m/min, lze nastavit jednu rychlost v rozmezí 5 až 30 m/min (jednotka m/min je převzata z firmy Trilogiq viz [35]). Nastavená rychlost je dána pevně během provozu, rychlost lze změnit jen změnou v řídicí jednotce obsluhou. Směr pohybu jen jeden a to dopředu.

- **MOVE 2 (Kombinace značek)**

Vozík je schopen přijímat větší počet příkazů - *zastav, změna rychlosti během jízdy, zastavit/rozjed' při detekci překážky* (sensor), atd., ale rozjezd po zastavení na příkaz je možné opět jen manuálně obsluhou. Rychlost tohoto

modelu je až 50 m/min. U tohoto modelu je možné pomocí příkazu během jízdy plynule měnit 3 různé rychlosti (přesněji 5, 20 a 50 m/min). Směr pohybu jen jeden a to dopředu.

- **MOVE 3** (Plně programovatelný)

Tento model je určen pro ty nejnáročnější zákazníky. Vozík je vybaven dotykovým displejem s diagnostikou. Vozík je možné naprogramovat ohromným počtem příkazů. Programovatelný pomocí PC nebo dotykového displeje. Až 64 různých programů. Dokáže využívat křižovatky, měnit rychlosti dle potřeby (plynule v rozmezí od 2 do 50 m/min), příkazy zastav/rozjezd, řízení bezpečnostních prvků, automatické odpojení taženého vozíků a celá řada dalších. Rychlost je stejná jako v případě předchozího modelu až 50 m/min.

MOVE 3 je dále nabízen ve třech modifikacích, podle možností směru pohybu:

- **MOVE 3-1** ... pohyb pouze vpřed
- **MOVE 3-2** ... pohyb vpřed a vzad
- **MOVE 3-3** ... pohyb vpřed, vzad, boční pohyb a rotace na místě o 180°

Firma Trilogiq nabízí každý z pěti výše uvedených modelů v dalších pěti variantách rozdělených podle hmotnosti taženého materiálu, tedy kolik je schopen utáhnout - 400 kg, 750 kg, 1000 kg, 1200 kg a 1500 kg. Každý z vozíků MOVE má vlastní nosnost 200 kg. Celkem mají zákazníci na výběr z 25 variant MOVE vozíků. V příloze č. 13 jsou uvedeny technické údaje vozíků MOVE tří modelů (MOVE 1, MOVE 2 a MOVE 3-1) pro 400 kg.

Výše uvedené údaje o MOVE vozíku společnosti Trilogiq byly získány z osobní konzultace s panem Martinem Knotkem, který ve firmě Trilogiq CZ, s.r.o. působí na pozici - *Prodej a technická podpora, MOVE (AGV)*.

4.1.2 BEZPEČNOSTNÍ VYBAVENÍ MOVE

V každém výrobním prostředí je nutné dbát na bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků a ochranu majetku před poškozením. V případě vozíku MOVE to platí dvojnásobně. Na MOVE vozíky jsou kladeny vysoké požadavky na bezpečnost z následujících důvodů: Move je elektricky poháněný vozík o menších rozměrech (v

porovnání s VZV), elektromotor je velmi tichý, což v kombinaci s hlučným prostředím výroby zvyšuje pravděpodobnost přehlédnutí, přeslechnutí a pro pracovníky představuje značná bezpečnostní rizika.

Bezpečný pohyb MOVE je v pracovním prostředí zajišťován:

- Mechanicky (dotykový nárazník, dotyková tykadla)
- Vizuálně (optický senzor, světelný modul)
- Sluchově (Melody Box)

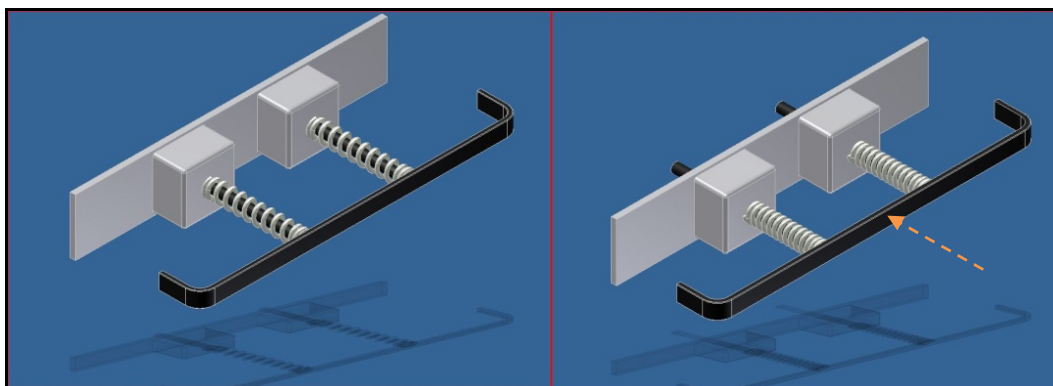
V případech, kdy by mohlo dojít ke srážce vozíku s potenciální překážkou, je vozík MOVE vybaven hned třemi bezpečnostními prvky, které zajišťují bezpečný (samovolný) pohyb v běžném výrobním prostředí (provozu) a v případě nutnosti vozík zastaví. Vozík je schopen zastavit s přesností na ± 30 mm (MOVE vybaven motorovou brzdou ± 20 mm).

Jedná se o tyto bezpečnostní prvky:

- *dotykový nárazník*
- *optický senzor*
- *dotyková tykadla*

Dotykový nárazník

Je umístěn vepředu na MOVE a při fyzickém kontaktu (stlačení) nárazníku s překážkou (viz obr. 21) je vozík okamžitě zastaven. Pro opětovné uvedení do pohybu po nárazu je potřeba ručního restartu na řídicím panelu. Citlivost dotykového nárazníku lze nastavit použitím různých pružin.



Zdroj: autor

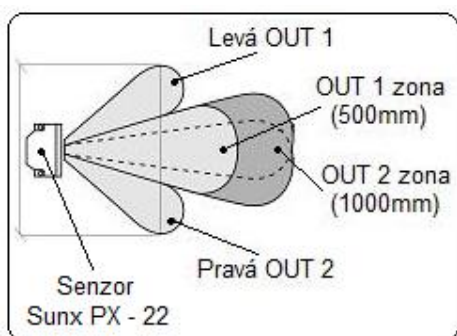
Obr. 21 Dotykový nárazník (v nezatíženém a zatíženém stavu)

Optický senzor

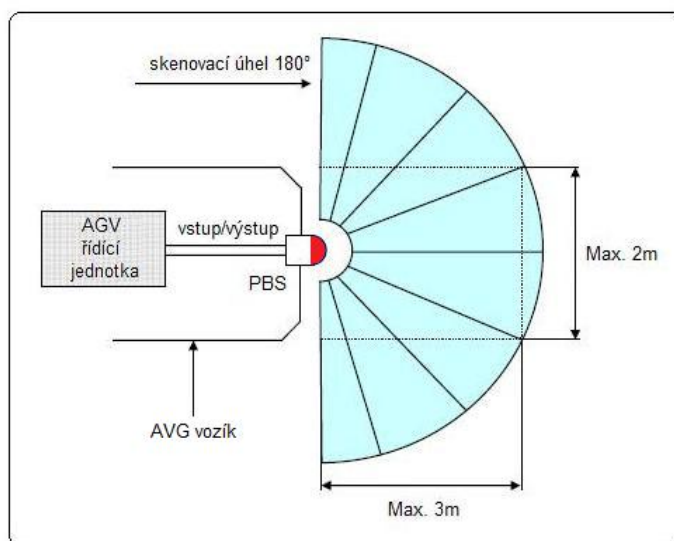
Senzor snímá určitou oblast ve směru pohybu vozíku (viz obr. 22 a 23), snímanou oblast lze nastavit v určitém rozmezí dle potřeby okolí a možností samotného senzoru. V případě detekce překážky v nastavené oblasti je MOVE zastaven a po odstranění překážky je opět uveden do pohybu po automatickém restartu.

Při zastavení vozíku na příkaz senzoru není potřeba přítomnosti obsluhy pro opětovné uvedení do provozu jako je to v případě dotykového nárazníku.

Široká škála výrobců zajišťuje pestrou paletu nabízených optických senzorů na trhu. Společnost Trilogiq používá pro své MOVE vozíky standardně 2 optické senzory a to - standardní senzor **PX – 22** (bez možnosti naprogramování, pouze jemná mechanická korekce, viz obr. 22) a programovatelný senzor **PBS** (je možné jej naprogramovat až na 15 různých konfigurací, viz obr. 23). Pro náročnější zákazníky společnost Trilogiq nabízí možnost výběru třetího senzoru (senzor dle potřeby).



Zdroj: Trilogiq (upraveno autorem)
Obr. 22 Senzor PX - 22



Zdroj: Trilogiq (upraveno autorem)
Obr. 23 Senzor PBS

Senzor PBS je nabízen pouze v nabídce vozíku MOVE 3 všech modifikací. V případě MOVE 1 a 2 je dodáván pouze standardní senzor PX - 22.

Dotyková tykadla

Představují další bezpečnostní prvek MOVE vozíku, který zajišťuje bezpečnou šířku podél celé trati při pohybu MOVE vozíku. Dotyková tykadla se nastavují podle

nejširší části soupravy. Většinou je to šířka taženého vozíku, ale v určitých případech se může jednat i o MOVE vozík.

Pro viditelnost je vozík MOVE vybaven světelným modulem. Velikost, tvar, barvu a polohu světelného modulu na vozíku lze upravit dle požadavků a potřeb zákazníka nebo dle oblasti použití.

Dalším bezpečnostním prvkem vozíku MOVE je tzv. Melody Box (hudební jednotka). Při pohybu MOVE přehrává melodii, což zajišťuje eliminaci problému s tichým provozem elektromotoru. Tento prvek zajišťuje bezpečnost především pracovníkům pohybujících se v blízkosti trasy vozíku. Melody Box dále zajišťuje funkci bezpečnostního alarmu (překážka na trati, při automatickém rozjezdu, snížení rychlosti vzhledem k překážce na trati, nízké napětí baterie, atd.).

V případě, kdy MOVE ztratí signál z magnetické pásky (přetržená páska a kus chybí) pokračuje cca 0,5 m v hledání, pokud ani poté signál nenajde, automaticky se zastaví.

Výhody MOVE vozíku:

- LeanTek modulární architektura
- malé množství komponentů
- snadná údržba
- ekonomický provoz
- jednoduchá instalace a používání
- velká tažná síla
- různé funkce
- jednoduchá a rychlá výměna baterií

4.2 ANALÝZA TRAS PRO IMPLEMENTACI

Provedenou analýzou ML RUMPF byly identifikovány tři úseky, na kterých dochází k činnostem, které nevytvářejí přidanou hodnotu výrobku a způsobují ztráty. Jedná se o místa, kde se musí převážet přípravky potřebné při montáži motorů a kde je nutná manipulace se speciálními stojany určenými pro přemístění těchto přípravků v rámci montáže. Jedná se právě o tuto činnost - převoz plných/prázdných speciálních stojanů s

přípravky mezi jednotlivými operacemi. Transport zajišťují MD z ML RUMPF, pro které je to ztrátový čas, který nesouvisí přímo s výrobou motorů. V taktu MD by měla být pouze zahrnuta doba potřebná pro manipulaci s přípravkem - vyjmutí/vložení ze/do speciálního stojanu a jeho montáž/demontáž. Z tohoto důvodu je na čas vynaložený MD na přesun speciálního stojanu nahlíženo jako na plýtvání. Filozofie Štíhlé výroby jasně říká, že každé plýtvání musí být v co největší míře a co nejdříve eliminováno.

Výše popsaný stav v daných oblastech je ideálním místem pro implementaci vozíků MOVE, kterými se zajistí přesun speciálních stojanů s přípravky z jedné pozice do druhé a zpět, aniž by docházelo k vytížení MD formou manipulace se speciálními stojany.

4.2.1 PŘÍPRAVKY NA VYBRANÝCH TRASÁCH

Jak již bylo řečeno, pro realizaci a využití MOVE vozíků byly identifikovány tři vhodné trasy (viz příloha č. 1). Přípravky používané na ML RUMPF jsou rozděleny do dvou skupin, přípravky pro R3 a přípravky pro R4. Přípravky vybrané pro transport pomocí MOVE vozíků jsou následující:

- Přípravek č. 1(a), 1(b) (Trasa I.) - zajišťující správnou kompletaci táhla ojnice a víčka ojnice pro R3 (a) (viz obr. 24) a R4 (b) (viz obr. 30).
- Přípravek č. 2 (Trasa I.) - zajišťující správnou montáž vík pro hlavní ložiska klikové hřídele pro R4 (viz obr. 25).
- Přípravek č. 3 (Trasa II.) - pro aretaci klikové hřídele R3 (viz obr. 26).
- Přípravek č. 4 (Trasa II.) - pro aretaci klikové hřídele pro R4 (viz obr. 27).
- Přípravek č. 5 (Trasa III.) - pro montáž unášče pro R3 (viz obr. 28).
- Přípravek č. 6 (Trasa III.) - bioskopický speciální ventil pro R3 (viz obr. 28).
- Přípravek č. 7 (Trasa III.) - utěsnění „zátka“ pro vodní čerpadlo pro R3 (viz obr. 28).
- Přípravek č. 8 (Trasa III.) - utěsnění „zátka“ pro PCV ventil pro R3 (viz obr. 28).
- Přípravek č. 9 (Trasa III.) - utěsnění „zátka“ hubice pro olejovou měrku pro R3 (viz obr. 28).



Zdroj : Škoda Auto a.s.
Obr. 24 Přípravek č. 1(a)



Zdroj : Škoda Auto a.s.
Obr. 25 Přípravek č. 2



Zdroj : Škoda Auto a.s.
Obr. 26 Přípravek č. 3



Zdroj : Škoda Auto a.s.
Obr. 27 Přípravek č. 4



5



6

7

8

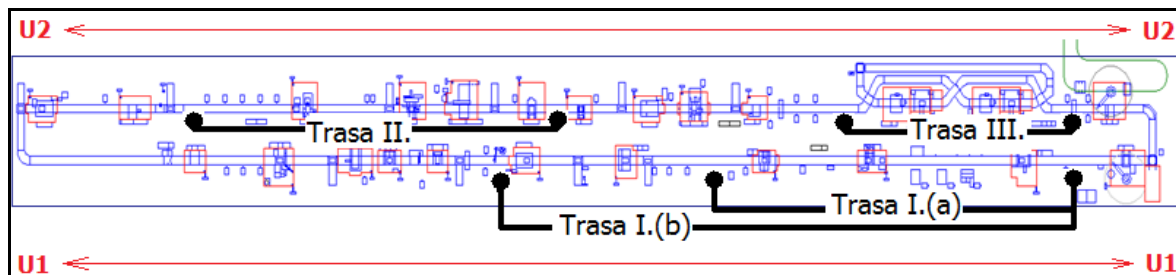


9

Zdroj : Škoda Auto a.s.
Obr. 28 Přípravek č. 5 - 9

4.2.2 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH ÚSEKŮ (TRAS) A SPECIÁLNÍCH STOJANŮ

V této části budou blíže představeny a analyzovány jednotlivé úseky vhodné pro implementaci MOVE vozíků. Tedy úseky, na kterých jsou přepravovány výše představené přípravy potřebné k montáži R3 a R4. Tyto vybrané úseky budou dále označovány jako Trasa I., II. a III. (viz obr. 29 a příloha č. 1).



Zdroj : Autor

Obr. 29 Znárodné trasy na ML RUMPF

V této části jsou také popsány speciální stojany určené pro převoz výše uvedených přípravků na jednotlivých trasách. Na vybraných trasách se pohybuje celkem 5 typů těchto speciálních stojanů. Pro zajištění plynulého toku přípravků na ML RUMPF je zapotřebí minimálního počtu 4 speciálních stojanů. U operace, kdy je přípravek vkládán k motoru, musí být dva plné speciální stojany. Jeden, ze kterého je aktuálně odebíráno, a druhý plní formu pojistné zásoby. To samé platí pro operaci, kdy jsou přípravy odebírány z montážní palety.

Trasa I.

Její poloha se nachází na začátku ML RUMPF na její levé (vnější) straně (viz obr. 29 a příloha č. 1). Přesouvá se zde jeden přípravek pro R3 a dva pro R4. Celkově se tu přesouvají 3 druhy a to přípravy č. 1(a), 1(b) a 2 (viz obr. 24, 30 a 25). Tyto přípravy jsou přesouvány na 2 typech speciálních stojanů (viz příloha č. 14, obr. 33 a obr. 34). Jeden typ obsahuje pouze přípravek č. 1 (a) (viz obr. 24) a druhý typ obsahuje přípravy č. 1 (b) (viz obr. 30) a č. 2 (viz obr. 25). O převoz speciálních stojanů na této trase se stará MD na operaci AF 2040 L (vložení přípravku/ů na montážní paletu). Určitá komplikace na této trase nastává při demontáži přípravků z montážní palety. Demontáž přípravku pro R3 se uskutečňuje na jiné operaci, než je tomu u R4 (každý typ motoru má individuální pracovní postup). Z tohoto důvodu dostáváme dvě hodnoty délek trasy I. Dále se bude trasa I. s přípravkem pro R3 označovat jako trasa I.(a) a trasa I. s přípravkem R4 jako trasa I.(b).

V případě, jestliže je zapotřebí minimální počet 4 speciálních stojanů u ML RUMPF, jaktože na Trase I.(a) pro R3 jsou jen 2 stojany? Protože přípravy č. 1 (b) lze použít jednak pro montáž R4 tak i R3.

Trasa I.(a) - má délku 41,5 m a jedná o úsek mezi operacemi AF 2040 L a AF 2180 L (viz obr. 29). Na začátku tohoto úseku (AF 2040 L) se na montážní paletu (viz kapitola 2.2) k bloku motoru umístí přípravek č. 1 (viz obr. 31), poté je na přípravek umístěna horní a dolní část ojnice (viz obr. 24), poloha a pořadí vložených dílů na přípravek je předem definována. Poloha umístění je definována profilem přípravku a pořadí je dáno pomocí barevného označení jednotlivých ojníc (horní i dolní část je označena barvou, používá se modrá, žlutá, červená). Dále jsou na táhla ojníc namontovány písty a komplet je znovu vložen na přípravek (viz obr. 30). Ke konci tohoto úseku jsou ojnice s písty zasazeny do bloku podle definovaného pořadí a přípravek se odebere z montážní palety (AF 2180 L).

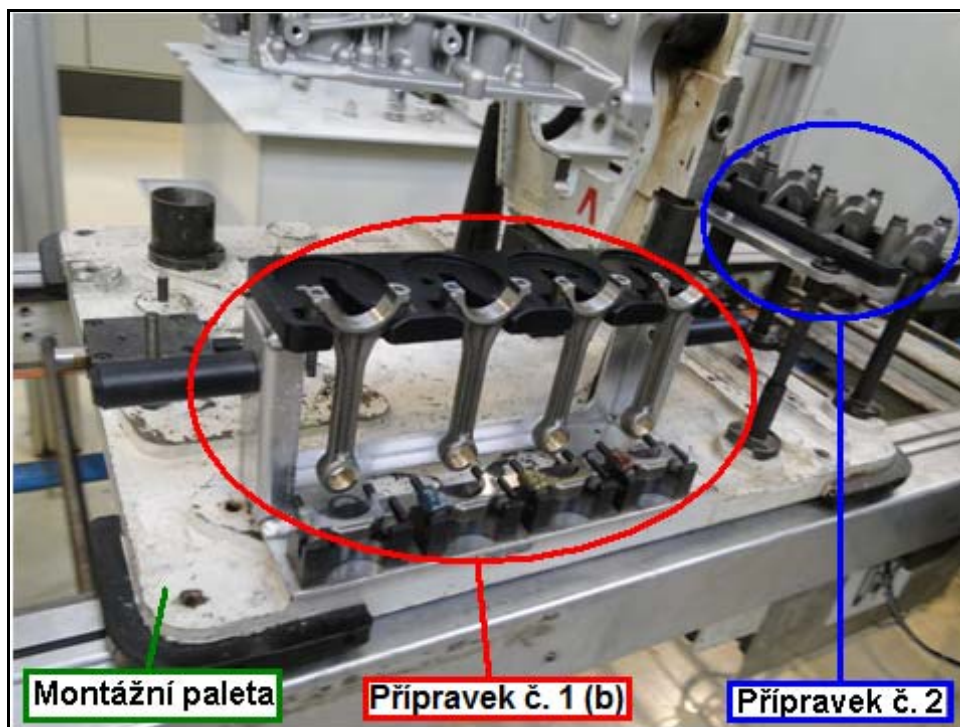


Zdroj : Škoda Auto a.s.

Obr. 30 Přípravek č. 1(b)

Trasa I.(b) - má délku 67 m a jedná se o úsek mezi operacemi AF 2040 L a AF 2270 L (viz obr. 29). Prováděná činnost na této trase je obdobná jako pro R3, jen s tím rozdílem, že se na montážní paletu umísťuje s přípravek č. 1 i přípravek č. 2, na kterém jsou umístěny víka pro hlavní ložiska klikové hřídele. Ty se montují na operaci AF 2270 L, kde se také oba přípravky odebírají z montážní palety.

Proč se při montáži R3 nepoužívá přípravek č. 2? Odpověď se skrývá v rozdílných konstrukcích obou motorů. V okamžiku kdy probíhá montáž R3, je na pozici přípravku č. 2 na montážní paletě umístěn spodní díl bloku motoru. Tento díl zajišťuje stejnou funkci, jako víka pro hlavní ložiska klikové hřídele u R4.



Zdroj : Škoda Auto a.s. (upraveno autorem)

Obr. 31 Přípravek č. 1 (b) a 2 (na montážní paletě společně s blokem motoru)

Trasa II.

Nachází se na pravé (vnitřní) straně ML RUMPF (viz obr. 29 a příloha č. 1). Vzhledem ke stavbě ML RUMPF, kdy půdorys linky znázorňuje tvar písmene *U* a vnitřní prostor je ohraničen pravou stranou ML RUMPF, prostor u pravé strany lze označit jako vnitřní prostor ML RUMPF (viz obr. 32). Délka trasy dosahuje hodnoty 41,25 m (dále se bude pracovat s hodnotou 41,5 m). Jedná se o úsek mezi operacemi AF 2580 R a AF 2720 R. V tomto úseku se pohybují dva přípravky pro aretaci klikové hřídele, přípravek č. 3 pro R3 (viz obr. 26) a přípravek č. 4 pro R4 (viz obr. 27). Tyto přípravky zabraňují nežádoucímu pootočení klikové hřídele a zajišťují její stabilizovanou polohu během montáže v tomto úseku. Na této trase jsou používány 2 téměř identické speciální stojany (viz příloha č. 14, obr. 35), přesnější označení by mohlo být *stolečky* než stojany. Převoz speciálních stojanů zajišťují dva MD, ten, který přípravek montuje a MD, který přípravek demontuje, formou střídání.

Trasa III.

Její poloha se nachází ke konci ML RUMPF na pravé (vnitřní) straně (viz obr. 29 a příloha č. 1) a její délka dosahuje hodnoty 29 m. Jedná se o úsek mezi operacemi AF 2850 R a AF 2920 R. Na této trase se pohybuje nejvíce typů přípravků, řeč je o 5 různých přípravcích. Přesněji jde o přípravky č. 5 až 9 pro R3 (viz obr. 28). Velmi důležité je zdůraznit, že v tomto úseku při montáži R4 nedochází k transportu přípravků. Z tohoto vyplývá, že se na této trase přesouvá pouze jeden typ speciálního stojanu (viz příloha č. 14, obr. 36). Všechny 5 přípravků na této trase je přesouváno na jednom speciálním stojanu, stojan má 9 pozic pro každý přípravek (celkem 45 pozic). Tyto přípravky montují dva MD (1. MD montuje přípravky č. 6, 7, 8, 9 a 2. MD montuje přípravek č. 5) a demontují také dva MD (1. MD demontuje přípravky č. 6, 7, 8, 9 a 2. MD demontuje přípravek č. 5), převoz zajišťuje 2. MD který provádí demontáž. Na této trase se vyskytuje 8 speciálních stojanů. Toto množství není u ML RUMPF potřebné při současném plánu výroby. Velké množství speciálních stojanů pro trasu III. bylo nutné, před zavedením montáže RUMPF 1,2 TSI na tuto linku vzhledem k množství montovaných motorů 1,2 HTP v době zavedení šrotového v Německu.

Z výše uvedené analýzy speciálních stojanů vyplývá snížení počtu speciálních stojanů přičemž dojde k optimalizaci vnitřního prostoru ML RUMPF a úspoře plochy v oblasti trasy III.



Zdroj : Škoda Auto a.s.

Obr. 32 Vnitřní prostor ML RUMPF

Důležité informace o jednotlivých typech speciálních stojanů (jako jsou rozměry, množství stojanů, počet přípravků na stojanu atd.) jsou uceleně uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4 Specifikace speciálních stojanů

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Množství stojanů [ks]</i>	<i>Délka [mm]</i>	<i>Šířka [mm]</i>	<i>Výška [mm]</i>	<i>Počet pozic na stojanu</i>	<i>Přípravek č.</i>	<i>Viz příloha č. 14</i>
Trasa I.	R3	2	1020	680	1400	24	1(a)	Obr. 33
	R4	4	1600	600	1770	50	1(b), 2	Obr. 34
Trasa II.	R3	4	1040	700	930	15	3	Obr. 35
	R4	4	970	600	1020	18	4	
Trasa III.	R3	8	1040	800	1240	45 (9 x 5)	5, 6, 7, 8, 9	Obr. 36

Zdroj : Autor

4.2.3 ČASOVÁ ANALÝZA TRANSPORTU

V této části autor provedl časovou analýzu převozu přípravků na všech třech trasách ML RUMPF a určí časové vytížení MD pro transport během směny.

Pro vypracování této analýzy bylo nutné provést měření, jak dlouho trvá transport přípravků od jejich vložení do místa jejich vyjmutí z linky. Na trase I. bylo provedeno celkem 5 měření pro každý motor. Pro trasu II. autor provedl 5 měření pouze pro R4 (z důvodů identických tras a téměř stejných rozměrů *stoleček*). Na trase III. pouze měření časů pro R3 (pro R4 přípravek nejsou). Z naměřených hodnot autor určil průměrné časy na jednotlivých trasách pro transport přípravků (viz tab. 5).

Tab. 5 Průměrný čas na absolvování jednotlivých tras

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Délka trasy [m]</i>	<i>Převoz plných [sec]</i>	<i>Převoz prázdných [sec]</i>
Trasa I.	R3	41,5	42	39
	R4	67	71	63
Trasa II.	R3	41,5	39	38
	R4	41,5	39	38
Trasa III.	R3	29	35	26

Zdroj : Autor

Z plánu výroby, 1. – 11. února 2011 (viz příloha č. 8, tab. 8 a 9), autor vypočítal průměrnou hodnotu vyrobených RUMPF R3 (1,2 HTP) – 399 ks/směnu a R4 (1,2 TSI) – 369 ks/směnu. Průměrné hodnoty vyrobených RUMPF byly poděleny počtem pozic na speciálních stojanech (viz tab. 6).

V případě R3 trasa I. vyplývá, že stojan na trase I. bude při montáži 399 ks/směnu celkem 17 x potřebný plný stojan u operace vkládání. Přesunutí plného a prázdného speciálního stojanu k pozicím u ML RUMPF při změně montáže není započítána do vytížení MD, protože tato činnost zůstane i po implementaci MOVE vozíku. Dostáváme celkový počet 31 převozů (16 x plných a 15 x prázdných). Stejně se postupuje u ostatních stojanů (neplatí pro trasu III.).

Tab. 6 Množství převezených speciálních stojanů

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Ø výroba RUMPF za směnu [ks]</i>	<i>Počet pozic na stojanu [ks]</i>	<i>Množství potřebných stojanů za směnu [-]</i>	<i>Množství převozů (plné / prázdné) za směnu [-]</i>
Trasa I.	R3	399	24	17	31 (16 / 15)
	R4	369	50	8	13 (7 / 6)
Trasa II.	R3	399	15	27	51 (26 / 25)
	R4	369	18	21	39 (20 / 19)
Trasa III.	R3	399	9	45	87 (44 / 43)

Zdroj : Autor

Výsledné hodnoty je potřeba brát především jako orientační, s ohledem na měnící se skutečný stav výroby, protože v případě získaných hodnot v tabulce 6 dochází k neúplnému vyprázdnění a naplnění speciálních stojanů na jednotlivých trasách. V případě nástupu další směny se můžou hodnoty o množství převozů měnit ± 1 .

Z hodnot uvedených v tabulkách 5 a 6 je určeno časové vytížení MD při převozu přípravků na všech vytipovaných trasách (viz tab. 7). Časový fond MD na směnu je 430 min, v případě III. trasy věnuje MD 10,3 % času právě na převoz.

Tab. 7 Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Převoz plných [sec]</i>	<i>Převoz prázdných [sec]</i>	<i>Množství převozů za směnu (plné / prázdné) [-]</i>	<i>Časové vytížení MD [min]</i>
Trasa I.	R3	42	39	31 (16 / 15)	21
	R4	71	63	13 (7 / 6)	14,6
Trasa II.	R3	39	38	51 (26 / 25)	32,7
	R4	39	38	39 (20 / 19)	25
Trasa III.	R3	35	26	87 (44 / 43)	44,3

Zdroj : Autor

4.3 NÁVRHY TRAS PRO MOVE VOZÍKY U ML RUMPF

V této podkapitole jsou uvedeny možnosti různých tras v jednotlivých úsecích, které byly projednány s útvary VAM a VAL. Pro každou trasu je uvedeno schéma, rozmístění příkazových značek a chronologicky seřazený popis činností MOVE vozíku. Pro jednotlivé trasy také autor navrhl MOVE vozíky. Návrhy vozíků MOVE byly realizovány prostřednictvím softwaru: **GOOGLE™ SketchUp** (version 8.0.4811)

Je velmi důležité před zahájením realizace vybrané trasy jednotlivé fáze prodiskutovat s VAM a VAL. Jedná se o taková místa, kde se pohybují tzv. vláčky (viz obr. 17), VZV s velkým množstvím materiálu, procesní technika, atd. Stále je třeba mít na paměti, že tato práce je řešena v prostředí automobilového průmyslu, proto není možné umístit trasu vozíku MOVE bez důkladného zvážení a ověření situace, že v daném místě nevede nějaká trasa, či koridor pro pěší atd.

4.3.1 TRASA I.

Pro tento úsek autor navrhl 3 možnosti (viz příloha č. 15, 17 a 19), řešení trasy MOVE vozíku (magnetická páska). Komplikací této trasy jsou rozdílné délky při navážení přípravků pro R3 a R4. Na této trase nelze použít MOVE 1 ani MOVE 2. Z důvodu naprogramování dvou různých tras na jedné magnetické pásce musí být použit plně programovatelný MOVE 3. Ve všech třech řešeních se musí vozík MOVE 3 naprogramovat a předdefinovat dva programy. První program bude pro montáž motoru R3.

Při tomto programu bude MOVE vozík ignorovat příkazové značky pro trasu I.(b) a bude se řídit jen příkazovými značkami trasy I.(a). Druhý program bude nastaven pro montáž druhého motoru R4. Při tomto programu bude MOVE vozík ignorovat příkazové značky pro trasu I.(a) a bude se řídit jen příkazovými značkami trasy I.(b). Výběr programu 1 a 2 bude provádět MD na dotykovém display MOVE vozíku. Každé z následujících řešení s sebou přináší určité výhody a nevýhody a je pouze na rozhodnutí VAM a VAL jaký návrh bude odsouhlasen k implementaci.

1. návrh (viz příloha č. 15)

Při takto řešené dráze autor navrhuje použít vozík MOVE 3-2, který je plně programovatelný a je schopen pohybu vpřed i vzad. MOVE 3-2 musí být vybaven kolíkem zepředu i zezadu pro tažení v obou směrech. Schéma trasy, rozmístění příkazových značek v obou směrech a popis činností v obou směrech jsou umístěny v příloze č. 15. V příloze č. 16 je uveden návrh vozíku MOVE 3-2 pro tuto trasu.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-2 vozíku při transportu prázdného stojanu :

1. Vozík se nachází ve výchozí pozici (operace AF 2040 L) v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí prázdný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-2 (MOVE 3-2 se rozjede).
2. MOVE 3-2 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-2 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
MOVE vozík se zpomaluje vždy před:
 - *zátáčkou* z důvodu bezpečného projetí,
 - *zastavením* z důvodu delší životnosti mechanické brzdy a motoru.
4. Vozík zastaví na konečné pozici (pro R3 – operace AF 2180 L, pro R4 – operace AF 2270 L). Obsluha (MD) odpojí prázdný stojan od vozíku.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-2 vozíku při transportu plného stojanu :

1. Vozík se nachází na konečné pozici v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí plný stojan (na opačnou stranu vozíku) a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-2 (vozík se rozjede směrem k výchozí pozici).

2. MOVE 3-2 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-2 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na výchozí pozici (operace AF 2040 L). Obsluha (MD) odpojí plný stojan od vozíku.

Výhody :

- minimální zásah do U1 (HDC)
- velmi jednoduchá dráha
- dráha je časově nejrychlejší
- nízké náklady na realizaci trasy (z uvedených řešení)

Nevýhody :

- poměrně vysoká cena
- úprava vozíku MOVE pro tažení z obou stran
- složité programování (z uvedených řešení)

2. návrh (viz příloha č. 17)

Při takto řešené dráze autor navrhuje použít vozík MOVE 3-1, který je plně programovatelný a je schopen pohybu pouze vpřed. Naprogramování vozíku odpovídá popisu jaký je uveden za začátku této podkapitoly. Schéma trasy, rozmístění příkazových značek v obou směrech a popis činností v obou směrech, je uvedeno v příloze č. 17. V příloze č. 18 je uveden návrh vozíku MOVE 3-1 pro tuto trasu.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-1 vozíku při transportu prázdného stojanu :

1. Vozík se nachází ve výchozí pozici (operace AF 2040 L) v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí prázdný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1.
2. MOVE 3-1 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-1 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na konečné pozici (pro R3 – operace AF 2180 L, pro R4 – operace AF 2270 L). Obsluha (MD) odpojí prázdný stojan od vozíku a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1 (samotný vozík se otočí po vyznačené křivce a znovu se zastaví na konečné pozici).

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-1 vozíku při transportu plného stojanu :

1. Vozík se nachází na konečné pozici v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí plný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1 (vozík se rozjede směrem k výchozí pozici).
2. MOVE 3-1 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-1 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na výchozí pozici (operace AF 2040 L). Obsluha (MD) odpojí plný stojan od vozíku a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1 (samotný vozík se otočí po vyznačené křivce a znovu se zastaví na výchozí pozici).

Výhody : - lze použít levnější MOVE vozík než v případě I. návrhu
 - minimální zásah do U1 (HDC), mimo křivek pro otočení MOVE

Nevýhody : - křivky, po kterých se vozík otáčí, zasahují hlouběji do HDC

3. návrh (viz příloha č. 19)

Pro toto řešení autor navrhuje použít stejně jako v II. řešení vozík MOVE 3-1, který je plně programovatelný a je schopen pohybu pouze vpřed. Naprogramování vozíku odpovídá popisu, který je uveden za začátku této podkapitoly. Schéma trasy a rozmístění příkazových značek jsou uvedeny v příloze č. 19. V příloze č. 18 je uveden návrh vozíku MOVE 3-1 pro tuto trasu.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-1 vozíku při transportu prázdného stojanu :

1. Vozík se nachází ve výchozí pozici (operace AF 2040 L) v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí prázdný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1.
2. MOVE 3-1 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-1 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na konečné pozici (pro R3 – operace AF 2180 L, pro R4 – operace AF 2270 L). Obsluha (MD) odpojí prázdný stojan od vozíku.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-1 vozíku při transportu plného stojanu :

1. Vozík se nachází na konečné pozici v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí plný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-1.
2. MOVE 3-1 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-1 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na výchozí pozici (operace AF 2040 L). Obsluha (MD) odpojí plný stojan od vozíku.

Výhody : - lze použít levnější MOVE vozík než v případě I. návrhu
 - jednoduchá dráha
 - nejjednoduší z pohledu umístění příkazových značek

Nevýhody : - dráha vozíku zasahuje nejvíce z uvedených návrhů do U1 (HDC)
 - dráha je časově nejpomalejší

Každý ze tří výše uvedených návrhů přináší k ML RUMPF značný přínos, ale zároveň přináší určitá negativa. Konečný výběr jednoho ze tří návrhů trasy I. pro implementaci spadá pod rozhodnutí společnosti Škoda Auto a.s.

4.3.2 TRASA II.

Pro tento úsek jsou možnosti návrhů velmi omezené a s ohledem na rozměry vnitřního prostoru ML je nabízen pouze jeden návrh. Na této trase nelze použít MOVE 1 ani MOVE 2 a to z důvodu malého prostoru potřebného pro otočení vozíku. Podmínkou při výběru MOVE vozíku pro tuto trasu je pohyb vpřed i vzad, proto je zde nutné použít MOVE 3-2. Ten musí být vybaven kolíkem zepředu i zezadu pro tažení stojanu v obou směrech. Naprogramování vozíku pro tuto trasu není nutností, protože trasa pro převoz obou přípravků má stejnou výchozí i konečnou pozici. Schéma trasy, rozmístění příkazových značek v obou směrech a popis činností v obou směrech jsou umístěny v příloze č. 20. V příloze č. 21 je uveden návrh vozíku MOVE 3-2 pro tuto trasu.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-2 vozíku při transportu prázdného stojanu :

1. Vozík se nachází ve výchozí pozici (operace AF 2580 R) v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí prázdný stojan a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-2 (vozík se rozjede).
2. MOVE 3-2 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-2 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na konečné pozici (operace AF 2720 R). Obsluha (MD) odpojí prázdný stojan od vozíku.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-2 vozíku při transportu plného stojanu :

1. Vozík se nachází na konečné pozici (operace AF 2720 R) v klidové poloze. Obsluha (MD) připojí plný stojan (na opačnou stranu vozíku) a stiskne tlačítko START na ovládacím panelu MOVE 3-2 (vozík se rozjede směrem k výchozí pozici).
2. MOVE 3-2 zrychlí na maximální rychlost 50 m/min.
3. MOVE 3-2 zpomalí na střední rychlost 30 m/min.
4. Vozík zastaví na výchozí pozici (operace AF 2580 R). Obsluha (MD) odpojí plný stojan od vozíku.

Výhody : - nezasahuje do HDC (U1 a U2)
 - jednoduchá dráha
 - snadné naprogramování

Nevýhody : - složitější výměna baterií MOVE vozíku

4.3.3 TRASA III.

Návrh pro trasu III. odpovídá plně návrhu pro trasu II. Jediný rozdíl v této trase spočívá v tom, že transport přípravků je pouze při montáži R3. Schéma trasy, rozmístění příkazových značek v obou směrech a popis činností v obou směrech jsou umístěny v příloze č. 22. V příloze č. 16 je uveden návrh vozíku MOVE 3-2 pro tuto trasu.

Popis chronologicky seřazených činností MOVE 3-2 vozíku při transportu prázdného a plného stojanu na trase III. je stejný jako v případě trasy II. (viz kapitola 4.3.2), rozdíl je pouze v číslech operací.

Výhody : - nezasahuje do HDC (U1 a U2)
- jednoduchá dráha
- snadné naprogramování

Nevýhody : - složitější výměna baterií MOVE vozíku
- neefektivní využití vozíku

4.3.4 PROPOJENÍ TRASY II. A III.

V tomto návrhu autor prověřoval propojení trasy II. a III., což by snížilo investice (pořízení pouze dvou MOVE 2-3 vozíků), jelikož trasy jsou totožné a trasa III. je využívána pouze při montáži R3. To by umožňovalo implementovat trasu o délce 98 m (trasa II. – 41,5 m, vzdálenost tras – 27,5 m a trasa III. - 29 m) s využitím jednoho MOVE 3-2 vozíku. Pro tuto trasu by bylo nutné naprogramování vozíku MOVE 3-2 pro dva programy obdobně jako v případě trasy I. První program by zajišťoval obsluhu trasy o délce 98 m a druhý program by zajišťoval trasu II. (41,5 m). Schéma trasy, rozmístění příkazových značek v obou směrech a popis činností v obou směrech by byly téměř totožné jako v případě trasy II. a III. Rozdíl by byl pouze v délce (propojení obou tras) a v obou směrech (mezi trasou II. a III.) by přibýli příkazy zrychlení na maximální rychlost a zpomalení na střední rychlost.

Tato trasa II. a III. je po provedení analýzi nereálná z následujícího důvodu : v praxi není možné zesynchronizovat takty v celé délce ML RUMPF a řešit to nasazením vyššího počtu speciálních stojanů je z prostorového hlediska nemožné.

Z výše uvedeného vyplývá, že za současné situace na ML RUMPF, nelze provést realizaci v podobě propojení II. a III. trasy.

5 IMPLEMENTACE VOZÍKU MOVE DO PROVOZU

Tato kapitola je zaměřena na realizaci autorova návrhu, počínaje odesláním objednávky firmě Trilogiq a konče převzetím MOVE vozíku vybraného typu. Autor zde popisuje postup jakým se provádí realizace samotné trasy a co vše je nutné dodržet. Popíše příkazové značky, jejich způsob realizace a nutné úpravy na speciálních stojanech pro transport přípravků.

Po dokončení kompletního návrhu je do společnosti Trilogiq zaslána objednávka. Trilogiq vytvoří v závislosti na požadavcích firmy Škoda Auto nabídku a odešle zpět, standardní nabídka vozíku MOVE obsahuje:

- kompletní sestavený MOVE vozík požadovaného typu
- 2x set baterií (set obsahuje dvě baterie - 12 V 120 Ah)
- nabíječka
- požadovaná metráž pásy

Nabídka může být doplněna např. o vozík ze systému LeanTek určený pro převoz baterií k MOVE a následnou výměnu přímo v provozu.

Jedním z důležitých údajů pro MOVE vozík je výdrž baterií. Standardně jsou pro společnost Škoda Auto dodávány baterie s kapacitou 120 Ah, které zaručují nepřetržitý provoz s maximální zátěží po dobu minimálně 8 hodin. Vozík však nikdy nejedí bez zastávky celých 8 hodin a málokdy je plně zatížen, proto v některých provozech vydrží baterie i několik směn. Výměnu baterií lze provést dvěma způsoby:

- po každé směně bez ohledu na stav baterií (doporučuje autor)
- když vozík MOVE signalizuje nízké napětí baterií

5.1 REALIZACE TRASY

Jednotlivé trasy, se musí konzultovat s VAM a VAL. Implementace vybrané a schválené trasy má několik fází. Dodržení všech fází je velmi důležité a další fáze je vždy realizována až po odsouhlasení předchozí.

- Prvním krokem je ujištění, že na trase nejsou velké nerovnosti a oblast trasy musí být čistá a odmaštěná.

- Trasa je nejprve pouze tenkou linkou zakreslena na podlahu haly. Po zakreslení se znovu celá trasa přeměří (bezpečné vzdálenosti, dodržení optimálního oblouku pro otočení vozíku, dostatečná šířka prostoru při zatáčení atd.).
- Nalepí se magnetická páska na odmaštěnou podlahu podle zakreslené linky (viz obr. 37). Velmi důležité je, aby páska kopírovala nakreslenou a přeměřenou trasu na podlaze. Páska se musí při nalepování pečlivě vyhladit, aby se pod páskou netvořili vzduchové bublinky a nedošlo ke krabacení pásky na bocích při lepení oblouku a při zakončení okruhu je nutné oba konce čistě napojit. V žádném případě se oba konce **nepřelepují**. Dle místa používání a intenzity dopravy je možné pásku zakrýt ochrannou vrstvou (viz kapitola 4.1).

Pokud provedeme důkladně činnosti - nalepení, vyhlazení, atd., prodloužíme tak výrazně životnost nalepené magnetické pásky.

- Trasa je nalepená a zbývá nalepit příkazové značky. Za účasti MOVE vozíku na trase jsou vizuálně naznačeny pozice, kde vozík dostává příkazy. Pokud oba útvary (VAM a VAL) souhlasí s pozicemi značek, jsou nalepeny a trasa je připravena k provozu.
- Naprogramování a nastavení vozíku provádí technik společnosti Trilogiq přímo na místě po dokončení trasy.

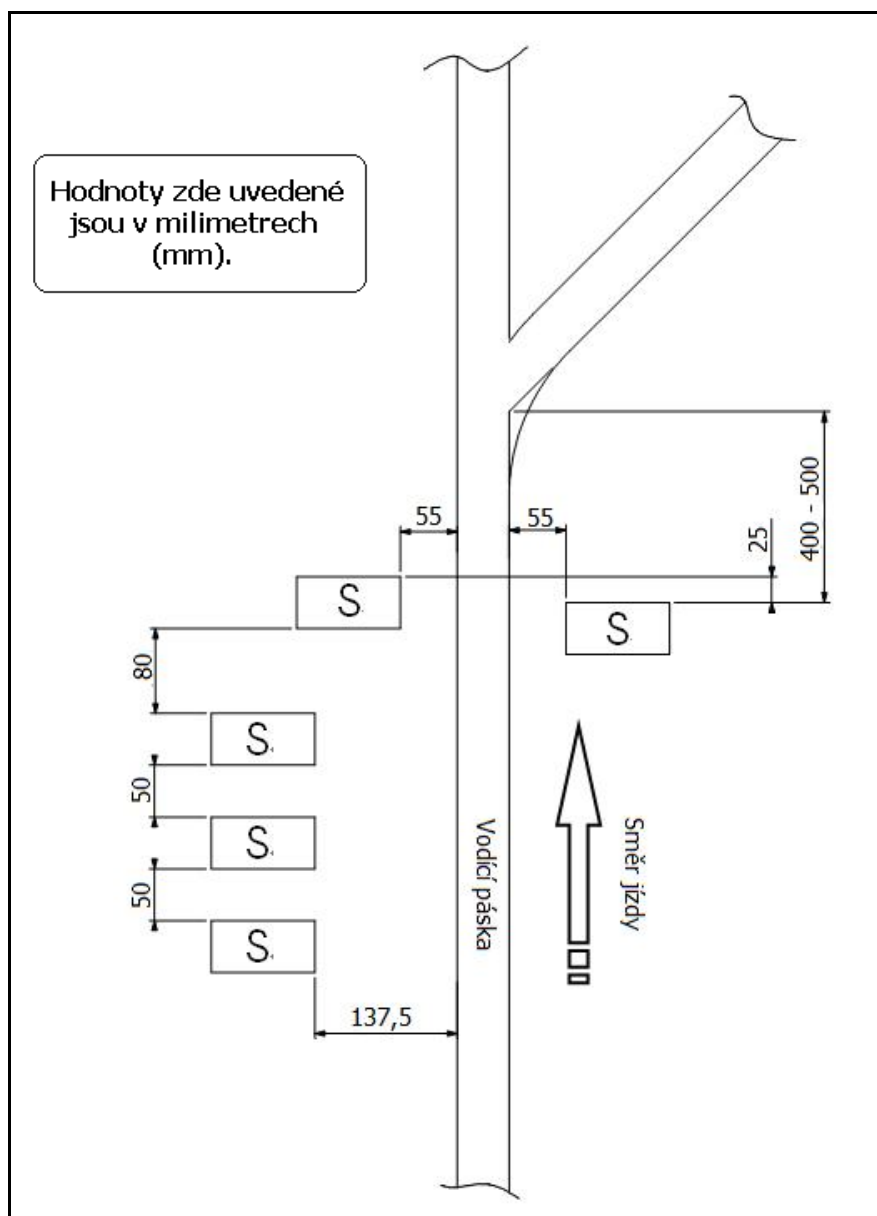


Zdroj: Škoda Auto a.s.

Obr. 37 Lepení magnetické pásky

5.1.1 PŘÍKAZOVÉ ZNAČKY

Jedná se o magnetické pásy s rozměry 100 x 50 mm, které jsou lepeny kolem trasy v uspořádání podle typu příkazu (schémata základních příkazů viz příloha č. 23). Značky se umísťují do jasně definovaného schématu (seskupení), kde má každá značka jasně definovanou pozici (viz obr. 38). Vozík MOVE má celkem 5 senzorů (viz příloha č. 12), které zajišťují snímání těchto značek a právě s ohledem na rozmístění senzorů na vozíku musí být i přesně umístěny značky na podlaze podél trasy.



Zdroj: Trilogiq- uživatelská příručka MOVE vozík (upraveno autorem)

Obr. 38 Náskres rozmístění příkazových značek

Bez ohledu na oblast použití se příkazové značky **vždy** přelepují ochrannou páskou nebo překrývají ochrannou lištou. Tato ochrana se provádí z pohledu bezpečnosti. Při stržení některé z příkazových značek by mohlo dojít k poškození vozíku, nákladu, předmětů okolo dráhy vozíku a v nejhorším případě k ohrožení lidského života.

Příkazové značky mají opačnou polaritu než je tomu u dráhy (dráhy mají severní polaritu a značky jižní).

Výše uvedené údaje o příkazových značkách byly získány z osobní konzultace s panem Martinem Knotkem, který ve firmě Trilogiq CZ s.r.o. působí na pozici - *Prodej a technická podpora, MOVE (AGV)*.

5.2 ÚPRAVA SPECIÁLNÍCH STOJANŮ PRO PŘEVOZ MOVE

Posledním krokem před zahájením provozu vozíku MOVE je nutná úprava samotných speciálních stojanů. Úprava stojanů spočívá ve dvou krocích:

- Na všechny speciální stojany na vytipovaných úsecích se provede montáž jedné části tažného zařízení. To je složené ze dvou prvků - oj a kolík (viz obr. 39). Oj je vybavena silnou pružinou, která ji tlačí do svislé polohy směrem vzhůru a kolík se umísťuje směrem dolů v závislosti na směru působení pružiny (pružina tlačí oj nahoru – kolík je umístěn směrem dolů).

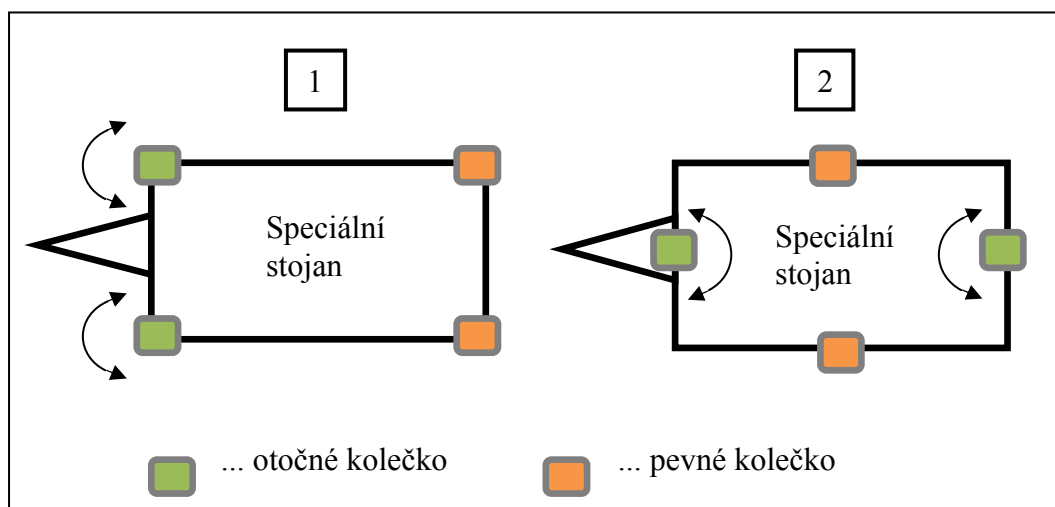
První krok musí být proveden na všech speciálních stojanech. Jsou však dvě varianty provedení: Jedna varianta je umístění oje na MOVE vozík a kolíku na speciální stojan a druhá varianta je opačné umístění obou prvků (viz obr. 39). Autor doporučuje první variantu, která představuje značné finanční a hmotnostní úspory (je potřeba 1 oj a 22 kolíků).



Zdroj: Trilogiq CZ

Obr. 39 Tažné zařízení Trilogiq

- Druhý krok spočívá v úpravě koleček. Úprava se provádí z důvodu udržení vozíku ve vytyčené dráze za MOVE. Pro zajištění správného vedení stojanu v zatáčkách jsou možné dvě varianty provedení (viz obr. 40).



Zdroj: Autor

Obr. 40 Možnosti provedení základny stojanu

Druhý krok je nutné provést jen na části vytipovaných stojanů. Všechny stojany mají rozmístění koleček stejné jako má 1. varianta (viz obr. 40), ale jen část má jeden pár otočný a druhý pevný. Zbylá část má všechna čtyři kolečka otočná. Jedná se o stojany na trase I. R3 a na trase II. R3 a R4. Celkem je nutné upravit (přizpůsobit) 10 speciálních stojanů. Veškeré úpravy na původních speciálních stojanech potřebné pro tažení za MOVE vozíkem jsou realizovány logistickou oblastí. Většina úprav na MOVE vozíkách jsou realizovány společností Trilogiq. V případě instalace oje je montáž zajištěna dílnou TRILOGIQ v hale M6.

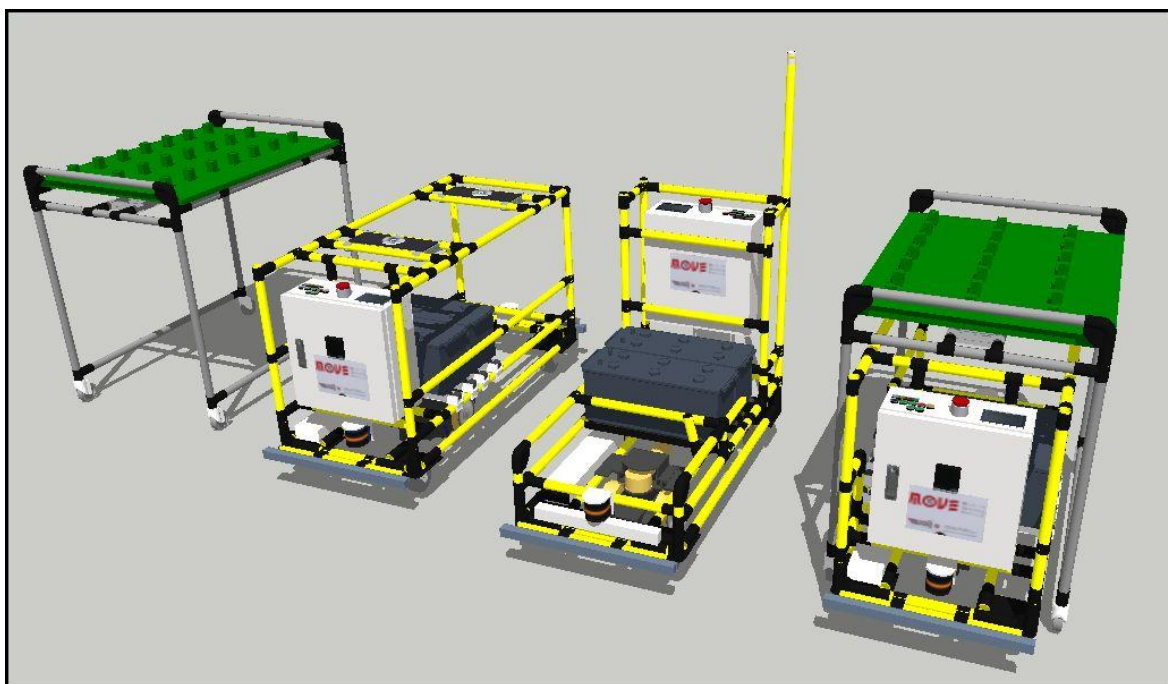
Během přípravy implementace nastala situace, kdy pro výrazné zlepšení podmínek na vnitřní trase II. nebylo vhodné použít stávající stojany pro transport přípravků. Autor této práce operativně přistoupil k řešení, které bylo sice mimo obsah DP, nicméně bylo podstatným přínosem. Navrhl nové speciální stojany ze systému LeanTek pro vnitřní trasu II.

Vnitřní prostor ML RUMPF má po celé své délce plně dostačující šířku pro pohyb MOVE vozíku v přímém směru v jedné ose. Šířka vnitřního prostoru v oblasti navrhovaných tras dosahuje hodnot 1,2 - 2,2 m. Podél ML RUMPF vnitřní části jsou umístěny různé předměty, které výrazně zmenšují šířku trasy (např. elektrické rozvodné skříně, automatické stanice, atd.) z těchto důvodů se bude počítat s šířkou 1800 mm (jedná se o trasu II.). Tato šířka může představovat značný problém z pohledu možností

manipulace se speciálním stojanem při odpojování a připojování od/za MOVE vozík a výměny pozic plného a prázdného speciálního stojanu.

Z těchto výše uvedených důvodů autor navrhl nové speciální stojany pro přípravky na trase II. (viz příloha č. 24) a MOVE vozík pro vnitřní trasu (viz příloha č. 21). Pro obě pohonné jednotky jsou navrženy stojany o stejných rozměrech, při zachování ergonomických pravidel a s možností pouze přesunout vrchní desku z původních speciálních stojanů na nové. Řešením, kdy se použije původní deska speciálního stojanu na nový, se dosáhne značné finanční úspory.

Tímto návrhem nového stojanu a MOVE vozíku se dosáhne značného přínosu z pohledu ergonomie, bezpečnosti MD a snadnější manipulace při odpojení a připojení speciálního stojanu.



Zdroj: Autor

Obr. 41 Navržený speciální stojan a MOVE vozíky pro tuto práci

6 ZHODNOCENÍ

Tato kapitola se zabývá zhodnocením implementace vozíků MOVE na ML RUMPF přes návrhy jednotlivých tras, jejich výběr a přípravou samotné implementace.

Původní termín realizace I., II., a III. trasy (úseku) byl společností Škoda Auto odložen s ohledem na uvolnění finančních prostředků na jiné prioritně nadřazené projekty. Začátkem května 2011 byly uvolněny finanční prostředky na projekt implementace MOVE vozíku na ML RUMPF a následně byla do firmy Trilogiq odeslána objednávka na implementaci II. trasy. Předběžný termín realizace této trasy je stanoven na poslední týden měsíce května až 1. týden měsíce června 2011. Společnost Škoda Auto nejdříve provede zavedení jedné trasy (v tomto případě trasy II.) a na realizované trase se provede týdenní zkušební provoz. Tímto zkušebním provozem bude potvrzena propracovanost návrhu. V případě zjištění nedostatků při realizaci II. trasy, bude operativně provedena úprava a zbylé dvě budou následně doladěny na základě zkušebního provozu II. trasy. Tímto krokem se předejde zbytečným finančním ztrátám na trase I. a III.

K hlavním přínosům této diplomové práce po zavedení MOVE vozíku na ML RUMPF patří předpokládaná časová úspora v podobě menší časové zátěže MD převozem speciálních stojanů na jednotlivých trasách. Nejprve je uveden čas potřebný pro převoz speciálních stojanů na třech trasách za směnu. Hodnoty jsou stanoveny z plánu výroby, 1. – 11. února 2011 (viz příloha č. 8, tab. 8 a 9), autor vypočítal průměrnou hodnotu vyrobených RUMPF R3 (1,2 HTP) – 399 ks/směnu a R4 (1,2 TSI) – 369 ks/směnu.) (viz kapitola 4.2.3).

1 MD/1 směnu:

- Trasa I. (a) + (b).....**35,6 min (8,4 % z časového fondu MD)**
- Trasa II.**57,7 min (13,4 % z časového fondu MD)**
- Trasa III. **44,3 min (10,3 % z časového fondu MD)**

Zde je uveden čas potřebný pro převoz speciálních stojanů na jednotlivých trasách za předpokladu, kdy bude celou směnu montován jen jeden typ pohonné jednotky (vychází se z kapacity ML – 825 motorů) (viz příloha č. 25).

Motor R3/1 směnu:

- Trasa I. (a) (R3).....**45,3 min (10,5 % z časového fondu MD)**
- Trasa II. (R3).....**68,7 min (16 % z časového fondu MD)**
- Trasa III. (R3).....**95,6 min (22,2 % z časového fondu MD)**

Celkem je čas vyčleněný pro převoz speciálních stojanů na celé ML RUMPF
209,6 min (3,49 hod).

Motor R4/1 směnu:

- Trasa I. (b) (R4).....**34,7 min (8,1 % z časového fondu MD)**
- Trasa II. (R4).....**57,1 min (13,3 % z časového fondu MD)**

Celkem je čas vyčleněný pro převoz speciálních stojanů na celé ML RUMPF
91,8 min (1,53 hod).

K dalším významným přínosům patří zejména dosažení vyššího stupně automatizace na ML RUMPF, čímž bude naplněna současná filozofie společnosti Škoda Auto a.s. Současně dochází zavedením MOVE vozíku na ML RUMPF ke zvýšení bezpečnosti MD a prokazatelně je snížena jeho fyzická námaha, což je významným přínosem v ergonomické oblasti.

Naplnění předpokládaných přínosů této práce bude ověřeno v praxi spuštěním zkušebního provozu na ML RUMPF v posledním týdnu měsíce května až 1. týden měsíce června 2011.

7 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo implementovat MOVE vozík společnosti Trilogiq na montážní linku NS 2166 (RUMPF) ve společnosti Škoda Auto a.s. Realizací budou zajištěny následující předpoklady: zlepšení efektivity a produktivity, implementace dalšího stupně automatizace, zvýšení bezpečnosti MD a v neposlední řadě i důraz na ergonomii. Tyto předpoklady budou ověřeny zkušebním provozem na trase II. Vytyčené cíle této diplomové práce jsou navržením tří úseků a probíhající realizací II. trasy splněny. Pro zbylé dvě trasy I. a III. jsou vytvořeny kompletní návrhy. Po úspěšném ukončení zkušebního provozu na trase II. bude následovat realizace trasy I. a III. Z časových důvodů bude s největší pravděpodobností přenechána v plném rozsahu na společnosti Škoda Auto a.s.

Zhodnocení dosažených výsledků této práce již bylo provedeno (viz kapitola 6). Ekonomické zhodnocení této práce počínaje cenou úprav speciálních stojanů, cenou vozíků MOVE společnosti Trilogiq a konče, jsou brány jako interní informace firmy Škoda Auto a nejsou v této práci uvedeny. Veškeré finanční náklady spojené s touto prací jsou dostupné pouze ve firmě Škoda Auto. Autor této práce nesmí tyto informace sdělovat třetím stranám.

Začátek práce byl věnován základní charakteristice obou zúčastněných společností a to Škoda Auto a Trilogiq. Byl představen systém LeanTek a MOVE vozík společnosti Trilogiq. Následovala pasáž vysvětlující pojem *štíhlá výroba* a ostatní pojmy, kterými je realizována. Závěr první kapitoly byl věnován přiblížení stále se rozšiřujícímu pojmu *ergonomie* a jeho důležitost. Druhá kapitola byla věnována podrobné analýze stávajícího stavu na montážní lince NS 2166 (RUMPF). Byla představena produktová paleta montážní linky NS 2166 (RUMPF), uvedeny základní charakteristiky této linky, používané balící jednotky a způsob pohybu materiálu k a na montážní lince NS 2166 (RUMPF). Dále byly popsány metody řízení materiálového toku na této lince, stávající regálový systém a na závěr kapitoly byla provedena rekapitulace provedené analýzy. Ve třetí kapitole autor uvedl návrhy na odstranění zjištěných nedostatků provedenou analýzou. Autor uvedl důvody, proč právě realizovaný návrh byl vybrán pro řešení této diplomové práce. Čtvrtá kapitola byla věnována právě návrhu implementace MOVE vozíku k montážní lince NS 2166 (RUMPF), kde byl MOVE vozík podrobně popsán. Dále zde byla provedena analýza vytipovaných úseků pro zavedení tohoto vozíku a uvedeny návrhy jednotlivých tras.

V další kapitole byl popsán samotný postup implementace trasy k montážní lince NS 2166 (RUMPF). Závěr práce byl věnován zhodnocení všech hlavních přínosů, kterých je díky právě probíhající implementaci vozíků MOVE dosaženo.

Součástí této diplomové práce je také několik dalších návrhů (viz kapitola 3), které by mohly sloužit jako inspirace pro další zlepšení a optimalizaci ML NS 2166 (RUMPF). Autor by tyto návrhy doporučil pro další rozpracování formou bakalářské či diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literatura:

- [1] CHUNDELA, L., *Ergonomie*. 1. vyd. Praha: ČVUT 2001. 171 s. ISBN 80-01-02301-X.
- [2] Interní materiály společnosti TRILOGIQ CZ s.r.o.
- [3] Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.
- [4] LÍBAL, V. a KOLEKTIV, *Organizace a řízení výroby*. 6. vyd. Praha: SNTL 1983. 559 s.
- [5] LINDR, Martin. *Štíhlá výroba a systém LeanTek na montážní lince motorů ZP4 II ve firmě Škoda Auto a.s.* Liberec, 2009. 69 s. Bakalářská práce. Technická Univerzita v Liberci, Fakulta strojní.
- [6] MASAOKI, Imai. *Gemba KAIZEN : řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Vyd.1. Brno : Computer Press, 2008. 312 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [7] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2006. 359 s. ISBN 80-01-03449-6.
- [8] SIXTA, Josef; MAČÁT, Václav. *Logistika : teorie a praxe*. Vyd.1. Brno : Computer Press, 2010. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [9] TRILOGIQ, Francie: *LeanTek Philosophy – Vision Lean*. 2007. 103 s.
- [10] TRILOGIQ, Francie: *Uživatelská příručka*. [B. r.]. 100 s.

Internet:

- [11] *Aperta* [online]. [cit.3.3.2011]. Dostupné na: <http://www.aperta.cz/metody-poradenstvi/nastroje-a-metody-stihle-vyroby.htm>
- [12] API – Akademie produktivity a inovací s.r.o. [online]. © 2005 - 2011; API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit.25.3.2011]. Dostupné na: <http://e-api.cz/page/67818.vyrobní-system-efektivní-vyroba/>
- [13] *CZKAIZEN* [online]. Copyright © 2007-2009. [cit.8.2.2011]. Dostupné na: http://www.czkaizen.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=6%3Afilosofie&catid=3%3Aprodukty&Itemid=3
- [14] *E&K AUTOMATION* [online]. © 2009 E&K AUTOMATION GMBH [cit.4.2.2011]. Dostupné na: <http://www.ek-automation.com/cz/domu.html>

- [15] *Economic Wizard* [online]. Copyright © Economic Wizard v.o.s., 2004. [cit. 9.2.2011].
Dostupné na: <http://www.ewizard.cz/logistika-slovník.php?detail=360>
- [16] *Firmy – sobě.cz* [online]. [cit. 22.3.2011]. Dostupné na: <http://www.firmy-sobe.cz/milk-run-aneb-vychytane-dodavky-materialu>
- [17] *Gate2Biotech* [online]. © 2006 - 2011 Jihočeská agentura pro podporu inovačního podnikání o.p.s. [cit. 8.3.2011]. Dostupné na: <http://www.gate2biotech.cz/gemba-kaizen/>
- [18] *IPA Slovakia* [online]. © 2009 IPA Slovakia [cit. 19.2.2011]. Dostupné na:
<http://www.ipaslovakia.sk/UserFiles/File/ZL/Uspech/2007-1%20Uspech%20Stihla%20vyroba%20ve%20firme%20Visteon%20-%20Autopal.pdf>
- [19] *KLT přepravky – Schoeller Arca Systems* [online]. © Schoeller Arca Systems s.r.o., [cit. 15.3.2011]. Dostupné na: <http://www.klt-prepravky.cz/>
- [20] *Mecalux – logismarket -System Production* [online]. © 2000 – 2011 Mecalux Česká republika, s.r.o. [cit. 8.2.2011]. Dostupné na: <http://www.logismarket.cz/system-logistics/vozik-agv-rizeny-laserem/1090580931-947644112-p.html>
- [21] *Novinky.cz* [online]. Copyright © 2003–2011 Borgis, a.s. [cit. 5.1.2011]. Dostupné na: <http://tema.novinky.cz/skoda-auto-as>
- [22] *Novinky.cz* [online]. Copyright © 2003–2011 Borgis, a.s. [cit. 1.3.2011]. Dostupné na: <http://www.novinky.cz/komerční-clanky/226211-nova-sila-znacky-skoda.html>
- [23] Robert Bordás. *LEAN company* [online]. © 2006. [cit. 16.2.2011]. Dostupné na: <http://www.leancompany.cz/historie.html>
- [24] *Škoda Auto Česká republika* [online]. © ŠKODA AUTO a.s. 2011 [cit. 5.2.2011]. Dostupné na: <http://www.skoda-auto.cz/CZE/model/allmodels/Pages/allmodels.aspx>
- [25] *Škoda Auto Česká republika* [online]. [cit. 1.2.2011]. Dostupné na: <http://www.skoda-auto.cz/company/cze/profil/tradition/logo/Pages/logo.aspx>
- [26] *Škoda Auto Česká republika* [online]. [cit. 2.2.2011]. Dostupné na: <http://www.skoda-auto.cz/company/cze/profil/tradition/history/Pages/history.aspx>
- [27] *Škoda Auto Česká republika* [online]. [cit. 2.2.2011]. Dostupné na: http://www.skoda-auto.cz/company/CZE/sustainable_development/economy/News/Pages/53_Hosp_vysledek3Q2010.aspx
- [28] *Škoda Auto Česká republika* [online]. [cit. 2.2.2011]. Dostupné na: <http://www.skoda-auto.cz/cze/model/newoctavia/equipment/pages/laurinklement.aspx>

- [29] *TOYOTA* [online]. Toyota Material Handling CZ s.r.o. [cit.26.1.2011]. Dostupné na: <http://www.toyota-forklifts.cz/Cs/company/TPS/Pages/Jidoka.aspx>
- [30] *Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech* [online]. © 2006 Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech, s.r.o. [cit.25.2.2011]. Dostupné na: <http://www.tpca.cz/cz/vyroba/vyrobni-system-toyota>
- [31] *Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech* [online]. © 2006 Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech, s.r.o. [cit.26.2.2011]. Dostupné na: <http://www.tpca.cz/cz/vyrobni-system-toyota/vyroba/vizualizace>
- [32] *Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech* [online]. © 2006 Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech, s.r.o. [cit.26.2.2011]. Dostupné na: <http://www.tpca.cz/cz/vyrobni-system-toyota/vyroba/jidoka>
- [33] *TRILOGIQ* [online]. TRILOGIQ™ - ©2001 / 2009. [cit.5.3.2011]. Dostupné na: http://www.trilogiq.cz/?page=lean/outil_amelioration_continue&id=2&su=25
- [34] *TRILOGIQ* [online]. TRILOGIQ SA – studio development,©1999 – 2009. [cit.11.3.2011]. Dostupné na: <http://www.trilogiq.com/fr/applications-lean-manufacturing.php>
- [35] *TRILOGIQ* [online]. ©1999-2009 Trilogiq : solution lean manufacturing. [cit.11.3.2011]. Dostupné na: <http://www.trilogiq.com/ressources/composants-leantek-EN.pdf>
- [36] *TRILOGIQ – Vision Lean* [online]. 9.2.2008. [cit.11.3.2011]. Dostupné na: <http://www.vision-lean.de/>
- [37] *Savci.upol.cz* [online]. Copyright © Marek Bryl & Tomáš Matyášník, 2001–2005, 24.10.2005. [cit.12.4.2011]. Dostupné na: <http://www.savci.upol.cz/faq/rekordy.htm>
- [38] *Volko.cz – Poka-Yoke* [online]. 2009 © Vladimír Volko - poradenství pro podniky [cit.24.3.2011]. Dostupné na: <http://www.volko.cz/co-je-to-poka-yoke>
- [39] *Wikipedie* [online]. 14. 1. 2011 v 18:25. [cit.17.2.2011]. Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/5S>
- [40] *Wikipedie* [online]. 27. 4. 2011 v 13:41. [cit.28.2.2011]. Dostupné na: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ergonomie>
- [41] *Wikipedie* [online]. 11. 2. 2011 v 02:22. [cit.15.2.2011]. Dostupné na: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0t%C3%ADhl%C3%A1_v%C3%BDroba

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1.....Layout ML: Hlava válců, NS 2166 (RUMPF) a NS 2167 (ZP4 I),
(Výkres layoutu + 1 strana)
- Příloha č. 2.....Základní ergonomická pravidla dle společnosti Trilogiq, (4 strany)
- Příloha č. 3.....Základní komponenty systému LeanTek, (4 strany)
- Příloha č. 4Layout haly M6, (1 strana)
- Příloha č. 5.....Seznam operací na ML NS 2166 (RUMPF) při montáži 1,2 TSI
(R4), (4 strany)
- Příloha č. 6.....Vytížení pracovníků ML RUMPF při montáži 1,2 HTP (44 + 51
kW), (1 strana)
- Příloha č. 7.....Rozmístění pracovníků během montáže na ML NS 2166 (RUMPF),
(1 strana)
- Příloha č. 8.....Operativní plán výroby Rumpfmotor - únor 2011 (2 týdny),
(2 strany)
- Příloha č. 9.....Layout ML NS 2166 (RUMPF) s rozmístěním materiálu (dne 1.
dubna 2011, v 9:52), (5 strany)
- Příloha č. 10.....Balící jednotky KLT používané na ML NS 2166 (RUMPF),
(1 strana)
- Příloha č. 11.....Trasy navážení KLT metodou MILKRUN na ML NS 2166
(RUMPF), (1 strana)
- Příloha č. 12.....Schéma popisující základní prvky MOVE vozíku společnosti
TRILOGIQ, (1 strana)
- Příloha č. 13.....Technické údaje (AGV) MOVE tří modelů (MOVE 1, MOVE 2 a
MOVE 3-1) pro 400 kg, (1 strana)
- Příloha č. 14.....Speciální stojany - obr. 36 - 39, (2 strany)
- Příloha č. 15.....Schéma trasy I. (a, b) (1. návrh), (1 strana)
- Příloha č. 16.....Návrh vozíku MOVE 3-2 pro trasu I. (1. návrh) a trasu III.,
(2 strany)

Příloha č. 17.....	Schéma trasy I. (a, b) (2. návrh), (1 strana)
Příloha č. 18.....	Návrh vozíku MOVE 3-1 pro trasu I. (2. a 3. návrh), (1 strana)
Příloha č. 19.....	Schéma trasy I. (a, b) (3. návrh), (1 strana)
Příloha č. 20.....	Schéma trasy II., (1 strana)
Příloha č. 21.....	Návrh vozíku MOVE 3-2 pro trasu II. (vnitřní trasu), (1 strana)
Příloha č. 22.....	Schéma trasy III., (1 strana)
Příloha č. 23.....	Schéma základních příkazových značek s popisem, (2 strany)
Příloha č. 24.....	Návrh speciálního stojanu pro trasu II. (vnitřní trasu), (2 strany)
Příloha č. 25.....	Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů při montáži R3 a R4 , (2 strany)

Layout montážní linky (ML):

- Hlava válců
- NS 2166 (RUMPF)
- NS 2167 (ZP4 I)

Vysvětlivky:

1..... začátek ML a místo, kde se vkládá opracovaný blok na montážní paletu

2..... konec ML a místo, kde je Rumpfmotor odebírán z montážní palety

U1..... ulice 1 (hlavní dopravní cesta podél levé strany montážní linky)

U2..... ulice 2 (hlavní dopravní cesta podél pravé strany montážní linky)

A..... místo montáže hlavy válců (AF 2450) na ML NS 2166 (RUMPF)

B..... místo odkud jsou naváženy plné boxy z ML hlavy válců

Trasa I.(a) viz kapitola 4.2.2

Trasa I.(b) viz kapitola 4.2.2

Trasa II. viz kapitola 4.2.2

Trasa III. viz kapitola 4.2.2

Trasa - BOX trasa mezi body A a B

ZÁKLADNÍ ERGONOMICKÁ PRAVIDLA

1. Vyvarování se nadměrných pohybů těla

Při vytvoření vaší LeanTek® sestavy musíte dát pozor na to, aby jste se vyhnuli tomu, že by pracovník obsluhy byl nucen vykonávat nadměrné pohyby těla. Tímto se sníží zbytečné pohyby a zbytečně vynaložená námaha.



Vyvarujte se pohybů, u kterých jsou ruce výše než ramena.



Vyvarujte se toho, aby ohnutí horní části těla bylo větší než 60°.



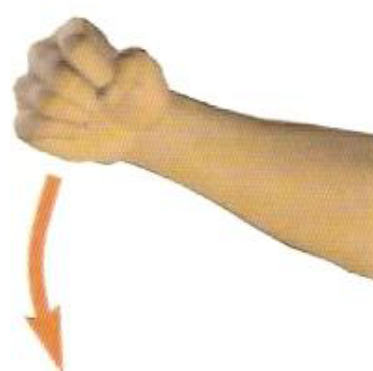
Vyvarujte se toho, aby bylo nutné otáčet horní část těla o více než 45°.



Vyvarujte se toho, aby ohnutí horní části těla do strany bylo větší než 45°.



Vyvarujte se pohybů, u kterých by se muselo hodně vytáčet zápěstím.

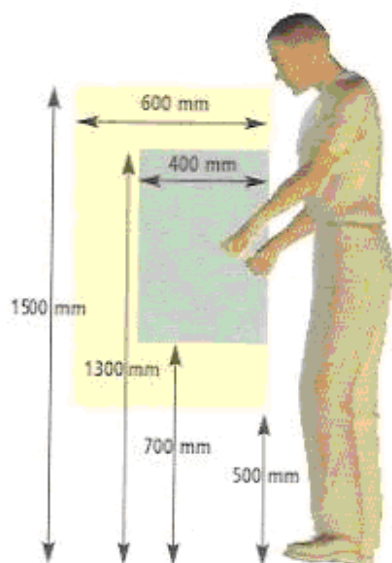


Nepoužívejte vaše ruce jako nářadí.

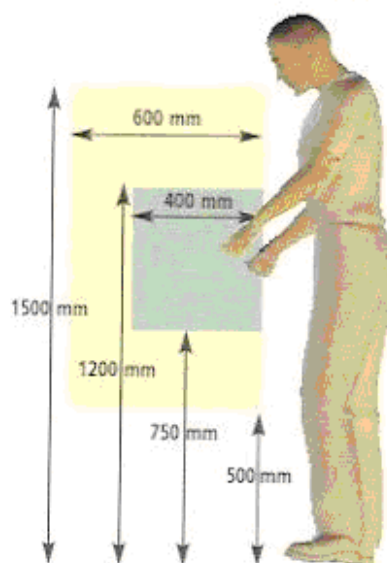
ZÁKLADNÍ ERGONOMICKÁ PRAVIDLA

2. Normativní hodnoty pro zvedání a nošení břemen při nakládání a vykládání

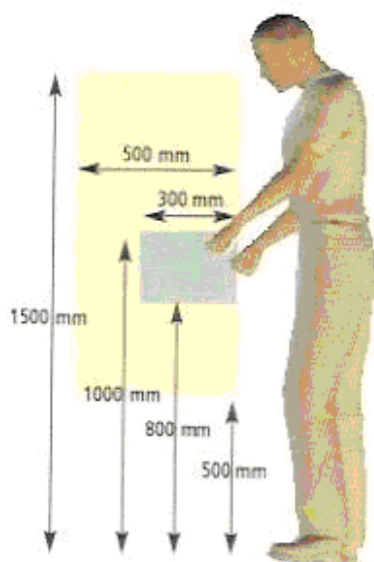
Pro zvedání a nošení břemen na krátké vzdálenosti (méně než 3 m) doporučujeme pro pracovníka se 180 cm tělesné výšky použít sestavy s následujícími rozměry:



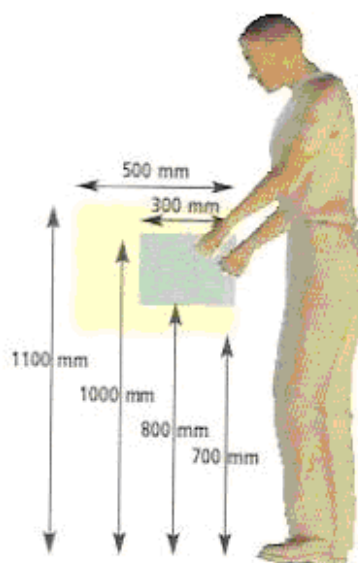
Břemeno vážící méně než 4 kg.



Břemeno vážící mezi 4 - 9 kg.



Břemeno vážící mezi 9 - 15 kg.



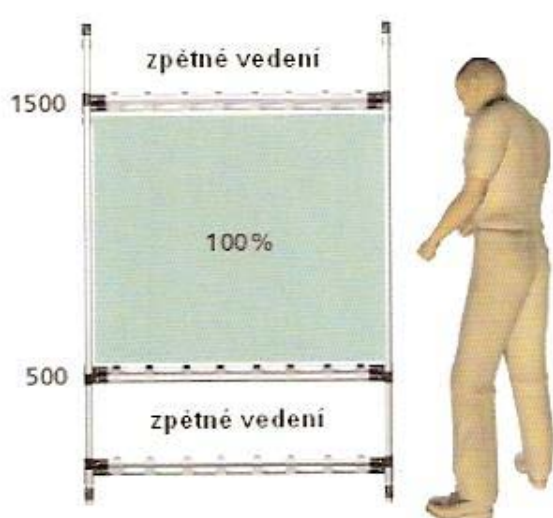
Břemeno vážící více než 15 kg.

ZÁKLADNÍ ERGONOMICKÁ PRAVIDLA

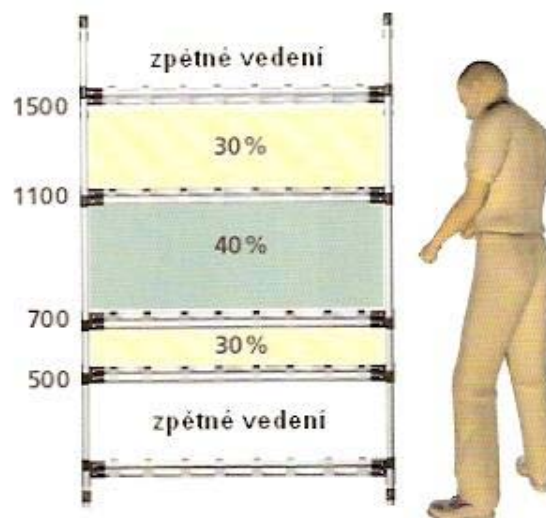


3. Optimální rozložení zátěže při jednom úkonu

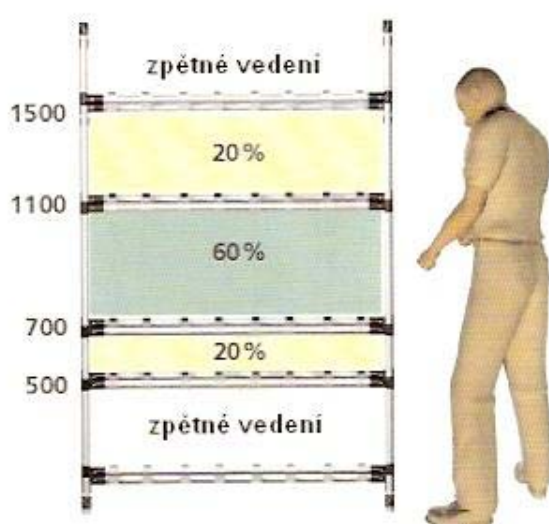
Polovina výšky přepravky odpovídá optimální pracovní výšce pro pracovníka obsluhy.
Následující příklady platí pro pracovníka o tělesné výšce 180 cm.



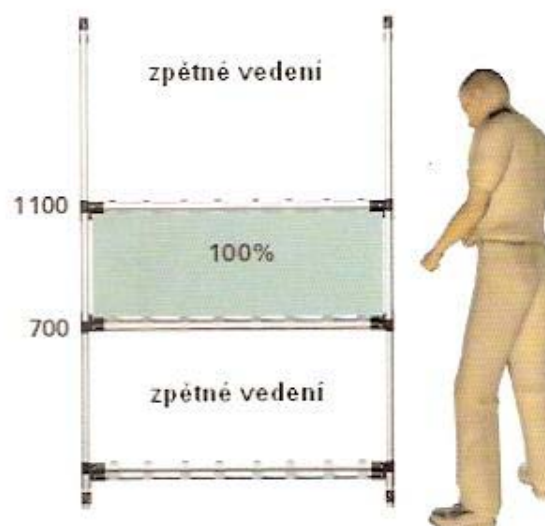
Dily nebo přepravka o váze mezi 9 – 15 kg.



Dily nebo přepravka o váze vyšší než 15 kg.



Dily nebo přepravka o váze nižší než 4 kg.



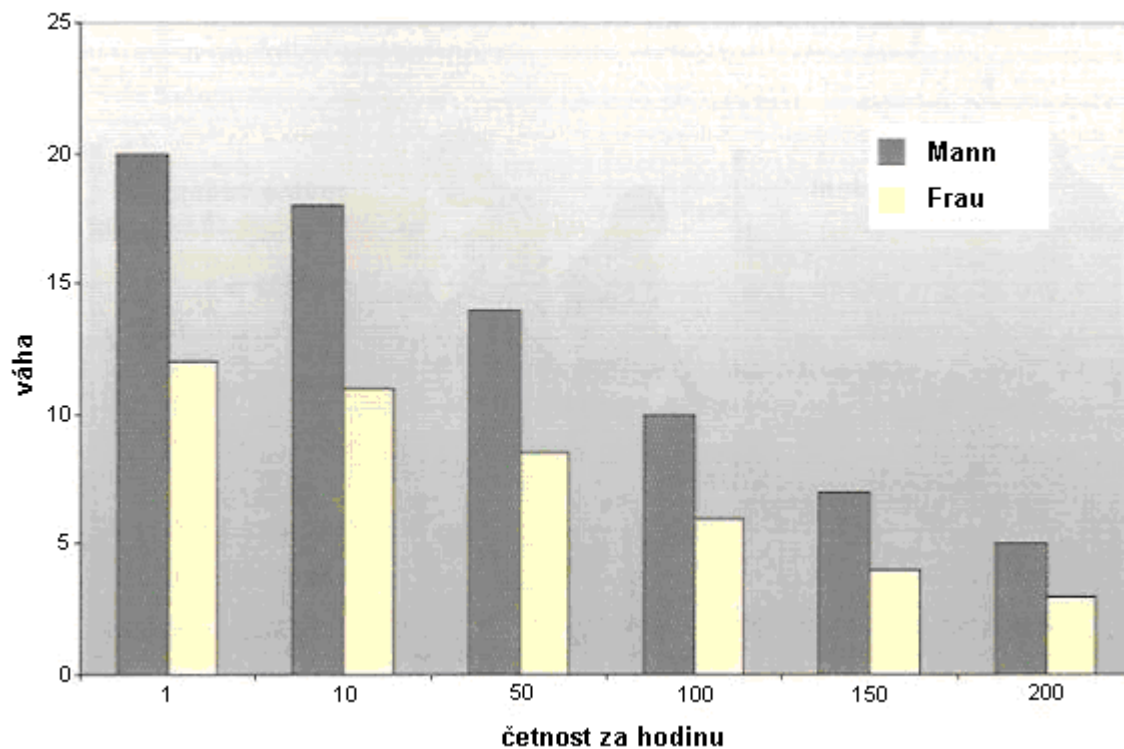
Dily nebo přepravka o váze mezi 4 - 9 kg.

ZÁKLADNÍ ERGONOMICKÁ PRAVIDLA



4. Nejvyšší možná zátěž ve vztahu k vynaložené síle při nošení břemen

Maximální váha břemene ve vztahu k četnosti za hodinu



5. Nejvyšší možná zátěž ve vztahu k vynaložené síle při obouručním tažení nebo tlačení transportního regálu

	vzdálenost (m)	četnost za hodinu	síla v tahu	síla v tlaku
muž	7,5	10	27	15
		60	21	11
		160	18	9
	15	10	26	15
		60	21	11
		100	18	9
žena	60	10	18	16
		30	9	8
	7,5	10	23	13
		60	18	9
		160	16	7
	15	10	20	11
		60	16	8
		100	15	7
	60	10	15	13
		30	13	6

Zdroj: [10] (upravil autor)

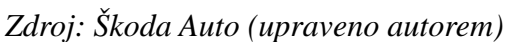
<h3>Plastic parts</h3>	<p>F-4</p> 	<p>F-7</p> 	<p>F-6b</p> 
<h3>Tubes-Roller tracks</h3>	<p>T1/T2-400 COLOR</p> 		
<p>GL 10-200</p> 	<p>T2-400</p> 	<p>T1-400</p> 	<p>GC-200</p> 
<p>GL 40-200</p> 	<p>RR-400</p> 	<p>RR-400</p> 	<p>RR-400</p> 
<h3>Casters and accessories</h3>			
<p>P-A</p> 	<p>G-F1</p> 	<p>PP-125</p> 	<p>P-125</p> 
<p>PPF-125</p> 	<h3>Kaizen pack</h3>		
<p>CM</p> 	<p>M-400</p> 	<p>YB-R</p> 	<p>S1</p> 
<p>S2</p> 	<h3>Bolts and nuts</h3>		
<p>PE-150</p> 	<p>LH-150</p> 	<p>YB-L</p> 	



Kaizen pack						
RGM-50	RGM-60	RGM-80	100-MP	CP	CI	BR
QL-1	T-F2	T-F3	T-F4	F-RR		
Bolts and nuts						
S1 ESD	S3	S4	S5	S6	MB-400	MB-P
MB-PI	MB-PF	MB-T500	MB-TR	MB-160	MB-160 P	MB-160 F
Casters and accessories						
P-A	PS-M	DM-100	PI-10	TI-10		
T-125	TF-125	PY-300	PPY-300	PPFY-300	T-75	TF-75
T-125 ESD	TF-125 ESD	PP-200	PPF-200			



(Zdroj: firemní podklady firmy Trilogiq)



Seznam operací na montážní lince NS 2166 (RUMPF) při montáži 1,2 TSI (R4)

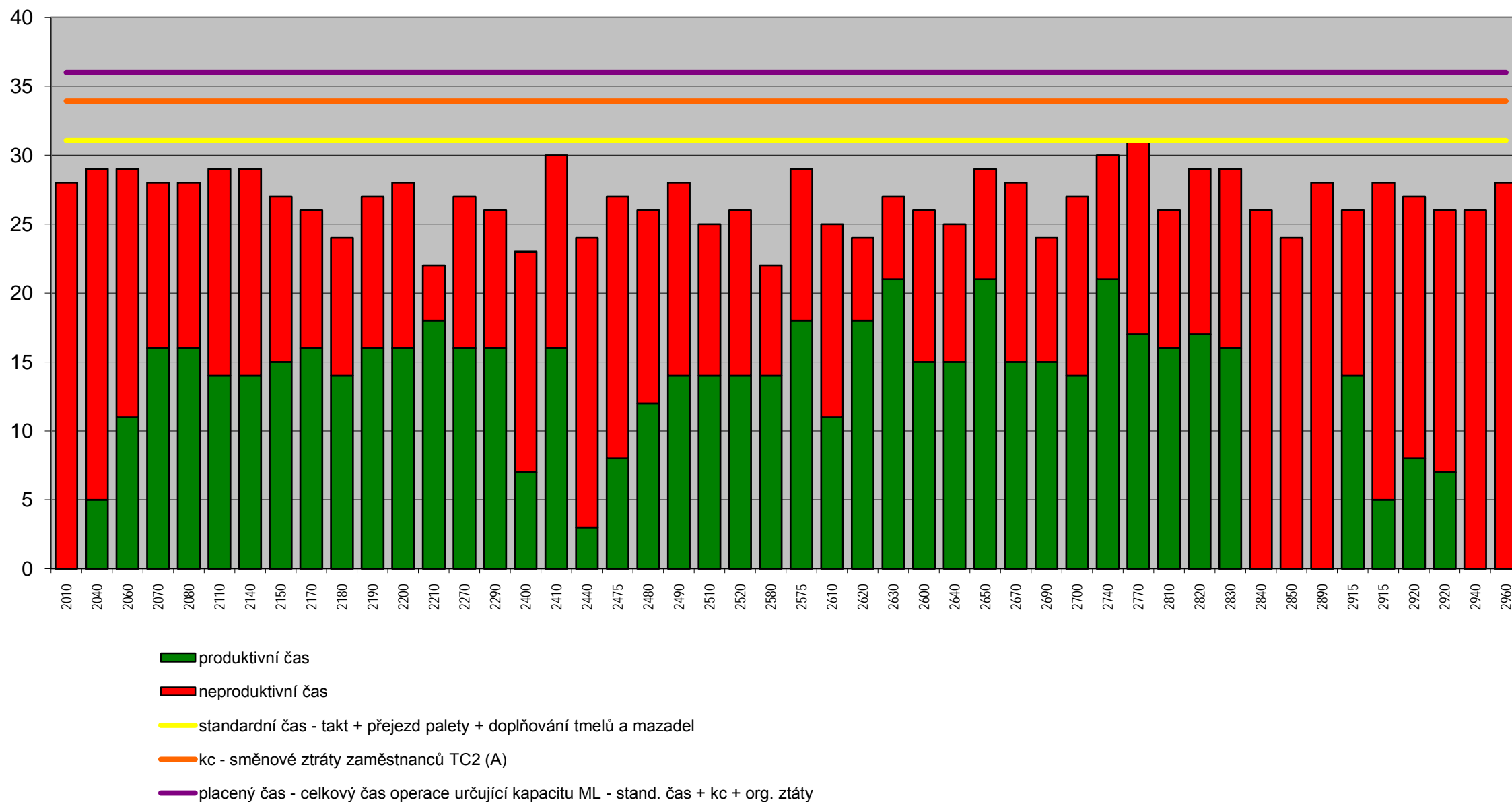
Číslo dílu	Op.	Název operace 1	Název operace 2
03F100031	1	Technologické předpisy	
03F100031	2	Předpisy MU šroubů a matic	
03F100031	3	Předpis použití ochranných pomůcek pro ML Rumpfmotoru	
03F100031	4	Předpis pro likvidaci neshodných dílů pro ML motoru	
03F100031	5	Předpis pro předmontáž spojovacího materiálu pro ML motoru	
03F100031	900	Kontrola šroubových spojů	
03F100031	926	Operátor logistiky	
03F100031	946	Seřizování a údržba montážní linky	
03F100031	976	Vedoucí pracovní skupiny-koordinátor	
03F100031	986	Přeseřazení dávek, typu, provádění zástavbových zkoušek	
03F100031	996	Týdenní čištění	
03F100031	2000	Praní montážních palet Rumpfmotor	
03F100031	2010	Naložení a identifikace bloku válců	Automatická stanice - povolení vík hlavních ložisek
03F100031	2020	NT - Naložení bloku válců	
03F100031	2040	Demontáž hlavních ložisek	Založení přípravků, NT odsátí nečistot z bloku válců
03F100031	2050	Automat. stanice- montáž a zatažení chladících trysek pístů	NT zatažení chladících trysek
03F100031	2060	Barevné značení a demontáž ojníc	
03F100031	2065	Kompletace pístu s ojnicí a pánvemi	100% kontrola zajištění pístního čepu pojistným kroužkem
03F100031	2075	Kompletace pístu s ojnicí a pánvemi	100% kontrola zajištění pístního čepu pojistným kroužkem
03F100031	2080	Náhradní technologie - naražení kolíků a pouzder	
03F100031	2090	Automatická stanice otočení bloku válců	Naolejování vývrtu vložek válců
03F100031	2095	Automatická stanice - odsátí nečistot	Automatická stanice - lisování středících kolíků a pouzder
03F100031	2100	Otočení bloku, olejování - náhradní technologie	
03F100031	2110	Poloautomatická montáž pístu s ojnicí do bloku válců	
03F100031	2115	Kompletace pístů s ojnicí - kapacitní pracoviště	Zakládání přípravků s komplety do montážní linky
03F100031	2120	Automatická stanice - otočení bloku	
03F100031	2130	Otočení bloku - NT	
03F100031	2140	-Montáž pánví do bloku válců	
03F100031	2145	Montáž pánví do bloku válců	
03F100031	2150	Založení klikového hřídele do bloku válců	
03F100031	2160	Olejování ložisek kliky - automatická stanice	
03F100031	2170	Montáž ojnicích víček 2. a 3. válec	
03F100031	2180	Montáž ojnicích víček pro 1.a 4. válec	Montáž axiálních ložisek
03F100031	2185	Kompletace odlučovače se šrouby + tmelení	NT tmelení odlučovače
03F100031	2190	Montáž odlučovače oleje	
03F100031	2200	Montáž držáku el. čerpadla na odlučovač	
03F100031	2210	Volná operace	
03F100031	2220	NT- zatažení šroubů odlučovače oleje a ojníc	Repase pístové skupiny

Číslo dílu	Op.	Název operace 1	Název operace 2
03F100031	2240	Automatická stanice - Zatažení odlučovače oleje na Mu	
03F100031	2245	Automatické zatažení ojníc	
03F100031	2250	Kompletace pávní do vík hlavních ložisek	
03F100031	2270	Založení vík hlavních ložisek do bloku	
03F100031	2300	NT - zatažení šroubů vík hlavních ložisek	
03F100031	2310	Automatická stanice - Kontrola točnosti klikové hřídele	
03F100031	2320	Automatická stanice - zatažení šroubů vík hlavních ložisek	
03F100031	2395	Montáž olejového čerpadla	Předmontáž a zatažení sacího koše
03F100031	2400	Lisování zadního víka kliky - poloautomatická stanice	
03F100031	2408	Automatická stanice - zatažení šroubů olejového čerpadla	
03F100031	2410	NT - Zatažení olejového čerpadla a sacího koše	
03F100031	2415	Aut. stanice - Zatažení olej. čerpadla a těs. příruby KW	
03F100031	2420	Automatická stanice - otočení bloku válců	
03F100031	2430	Montáž těsnění hlavy válců	NT montáž zpětného ventilu oleje na Mu
03F100031	2450	Montáž těsnění a hlavy válců s vloženými šrouby	
03F100031	2460	Automatická stanice - zatažení hlavy válců	Automatická stanice - zatažení zátky do hlavy válců
03F100031	2470	Zatažení šroubů hlavy válců na Mu - NT	
03F100031	2480	Náhradní technologie - montáž hydraulických podpěr	
03F100031	2485	Automatická stanice - základání hydraulických podpěr robotem	
03F100031	2490	Montáž vahadel ventilů do hlavy válců	
03F100031	2500	Automatická stanice - tmelení	Nanesení trajektorie tmele a kontrolní činnosti
03F100031	2505	Automatická stanice - tmelení obvodové trajektorie	Nanesení trajektorie tmele na hlavu válců
03F100031	2510	Příprava pro montáž víka hlavy válců - aretace a kolíky	Založení víka hlavy válců
03F100031	2520	Předmontáž těsnění a montáž držáku olejového filtru	NT - utažení olejové zátky s podložkou do hlavy válců
03F100031	2540	Automatická stanice - zatažení víka hlavy válců	
03F100031	2550	Náhradní technologie - zatažení víka hlavy, opravy zatažení	
03F100031	2570	Automatická zatahovací stanice čepů lišt	Automatická zatahovací stanice těsnící příruby KW
03F100031	2575	Montáž sestavy rozvodu vačkové hřídele	Montáž napínáku řetězu
03F100031	2580	L- přichycení čepů pneu, montáž vodící lišty a šroubu aretace	P- montáž šroubů těsnění klikové hřídele
03F100031	2590	Automatická stanice - zatažení šroubu kola vačkové hřídele	
03F100031	2595	Tmelení horního předního víka	NT - zatažení šroubu vačky
03F100031	2620	L- náhradní technologie zatažení čepů lišt rozvodu	P- montáž přípravku HU kliky a NT zatažení těsn. příruby KW
03F100031	2630	Montáž a zatažení napínáku řetězu olejového čerpadla na Mu	Montáž a zatažení zátky do bloku pro HÚ kliky na Mu

Číslo dílu	Op.	Název operace 1	Název operace 2
03F100031	2640	Automatická stanice - zatažení napínáku řetězu rozvodu	Automatická stanice - zatažení šroubu aretace KW
03F100031	2650	NT - zatažení napínáku řetězu rozvodu	NT - zatažení šroubu aretace KW
03F100031	2665	Předmontáž šroubů a založení předních vík do aut. stanice	Tmelení
03F100031	2667	Montáž předních vík a předmontáž šroubů	
03F100031	2670	NT předmontáže šroubů předních vík na motor	Dokompletace šroubů
03F100031	2675	Automatická stanice - Zatažení předních vík k motoru na Mu	Automatická montáž šroubů
03F100031	2690	Montáž snímače tlaku oleje a řemenice KW	
03F100031	2700	Montáž vodního čerpadla se šrouby	Montáž pryžového těsnění chladiče oleje
03F100031	2710	Automatická stanice - zatažení vodního čerpadla a baroskopu	Automatická stanice - zatažení řemenice klikové hřídele
03F100031	2720	P - Demontáž aretačních přípravků klikové a vačkové hřídele	L - NT - zatažení řemenice klikové hřídele, montáž chladiče
03F100031	2730	Automatická stanice - zatažení chladiče oleje, čtení DMC	Automatická stanice - otočení motoru
03F100031	2740	Montáž krytu olej. čerpadla šroubů držáku olejového filtru	NT - zatažení vodního čerpadla
03F100031	2750	Automatická stanice - nanesení tekutého těsnění- spodní víko	
03F100031	2760	Montáž oběhového čerpadla	NT tmelení olej. vany, montáž vany se šrouby předutažení pneu
03F100031	2770	Automatická stanice - zatažení spodního víka motoru	
03F100031	2775	Automatická stanice - zatažení spodního víka motoru	
03F100031	2780	NT - zatažení olejové vany, opravy zatažení	
03F100031	2800	Aut. stanice otočení motoru	Aut. stanice zatažení držáku olejového filtru
03F100031	2810	P - montáž 4ks vstříků HDEV a gumové průchodky	L - NT zatažení držáku olejového filtru
03F100031	2820	P - montáž palivové lišty	
03F100031	2830	Automatická stanice - domačknutí a zatažení palivové lišty	NT - zatažení palivové lišty, aut. kontrola točnosti motoru
03F100031	2840	NT - zatažení chladiče oleje	NT - zatažení snímače tlaku oleje
03F100031	2850	Příprava motoru pro tlakovou zkoušku, NT protočení motoru	Montáž olejové měrky, NT plnění motoru olejem
03F100031	2860	Automatická stanice - tlaková zkouška motoru	Automatická stanice - plnění motoru olejem
03F100031	2880	Automatická stanice - tlaková zkouška motoru	Automatická stanice - plnění motoru olejem
03F100031	2890	Repasní pracoviště po zkoušce Lecktest	Oprava motoru z tlakové zkoušky
03F100031	2891	Pravidla a pokyny s demontovanými díly pro pracovníky:	GQH-Audit,VAT5-TK a ostatní útvary ve výrobě motorů
03F100031	2895	Repasní pracoviště - Demontáž Rumpfmotoru	Povolené repasní opravy motoru
03F100031	2910	volná operace	
03F100031	2915	Montáž a zatažení transportního oka, závitového hrdla	Montáž uzávěru plnicího hrdla, demontáž ucpávek

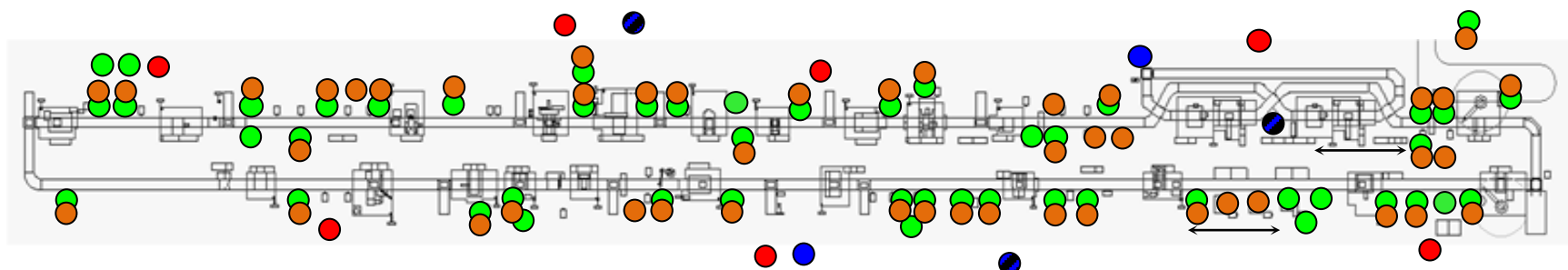
Číslo dílu	Op.	Název operace 1	Název operace 2
03F100031	2920	Montáž a zatažení olejového filtru, zátkování	
03F100031	2940	Automatická stanice - vykládací robot KUKA	
03F100031	2950	Svěšování a paletování Rumpfmotoru	
03F100031	2970	Svěšení Rumpfmotoru z podvěsného dopravníku ve skladu motorů	Zátkování technologických otvorů
03F100031	9000	DNO	

Zdroj: Škoda Auto - Jaroslav Misík (VSI)



Montážní linka - NS 2166 (RUMPF)

Rozmístění pracovníků během montáže



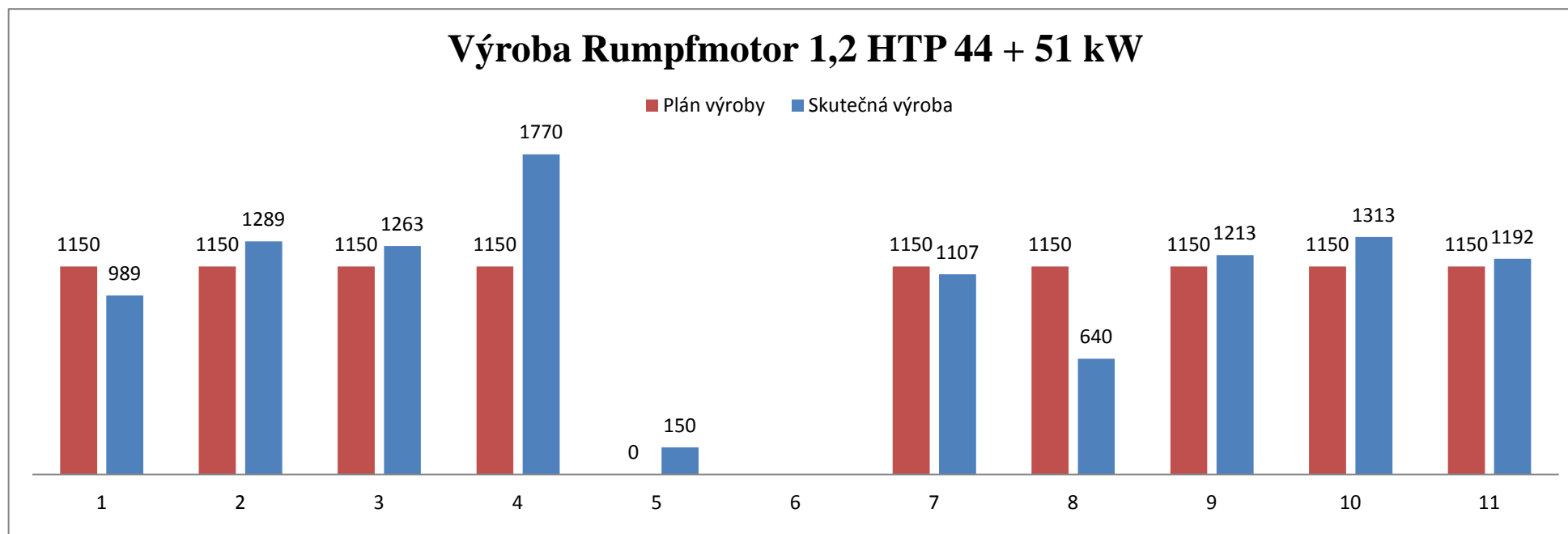
TSI	HTP
● 49 MD	● 46 MD
● 7 Koordinátor	● 7 Koordinátor
● 2 Repase	● 2 Repase
● 3 Seřizovač	● 3 Seřizovač

Operativní plán výroby

Únor 2011

Tab. 8 Výroba Rumpfmotor celkem 1,2 HTP 44+51 kW

DATUM	31.01.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Plán	21500	1150	1150	1150	1150	0		1150	1150	1150	1150	1150		
Σ		1150	2300	3450	4600	4600		5750	6900	8050	9200	10350		
Skuteč.	23319	989	1289	1263	1770	150		1107	640	1213	1313	1192		
Σ		989	2278	3541	5311	5461		6568	7208	8421	9734	10926		
+/-	1819	-161	-22	91	711	861		818	308	371	534	576		

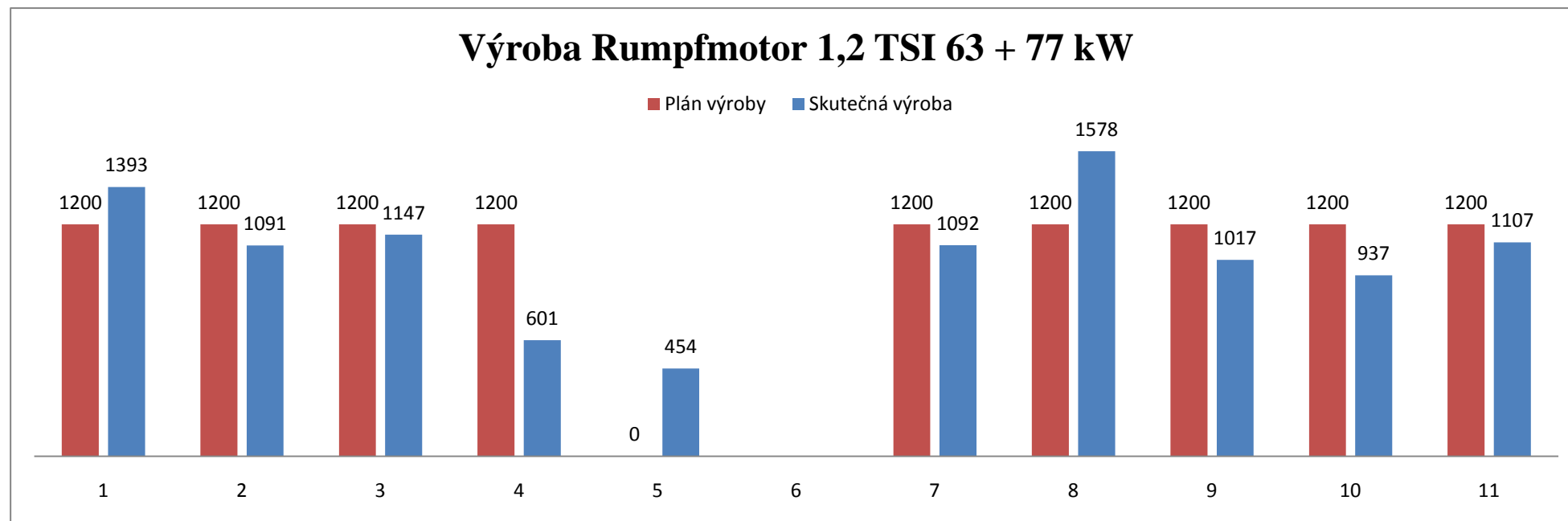


Operativní plán výroby

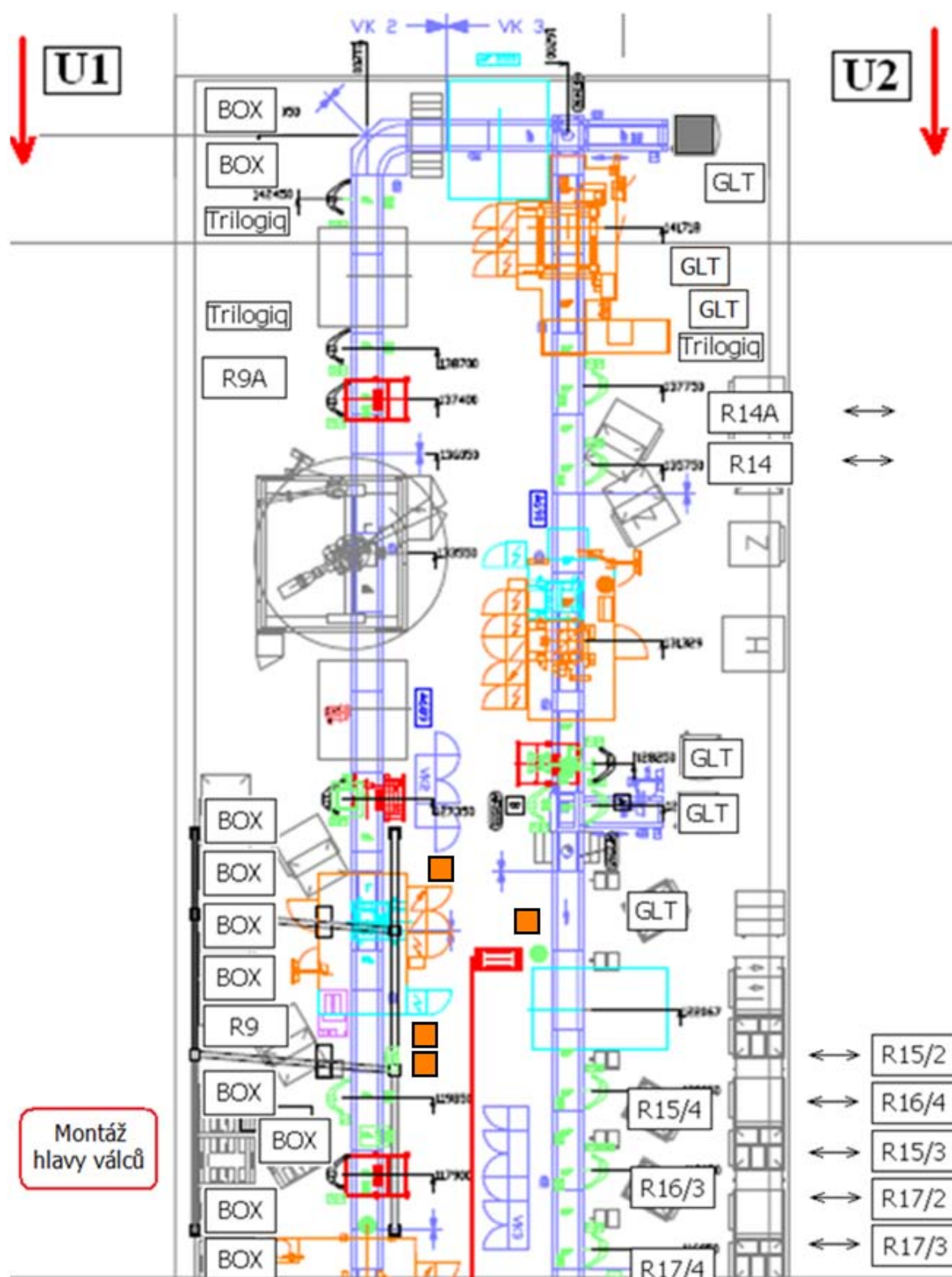
Únor 2011

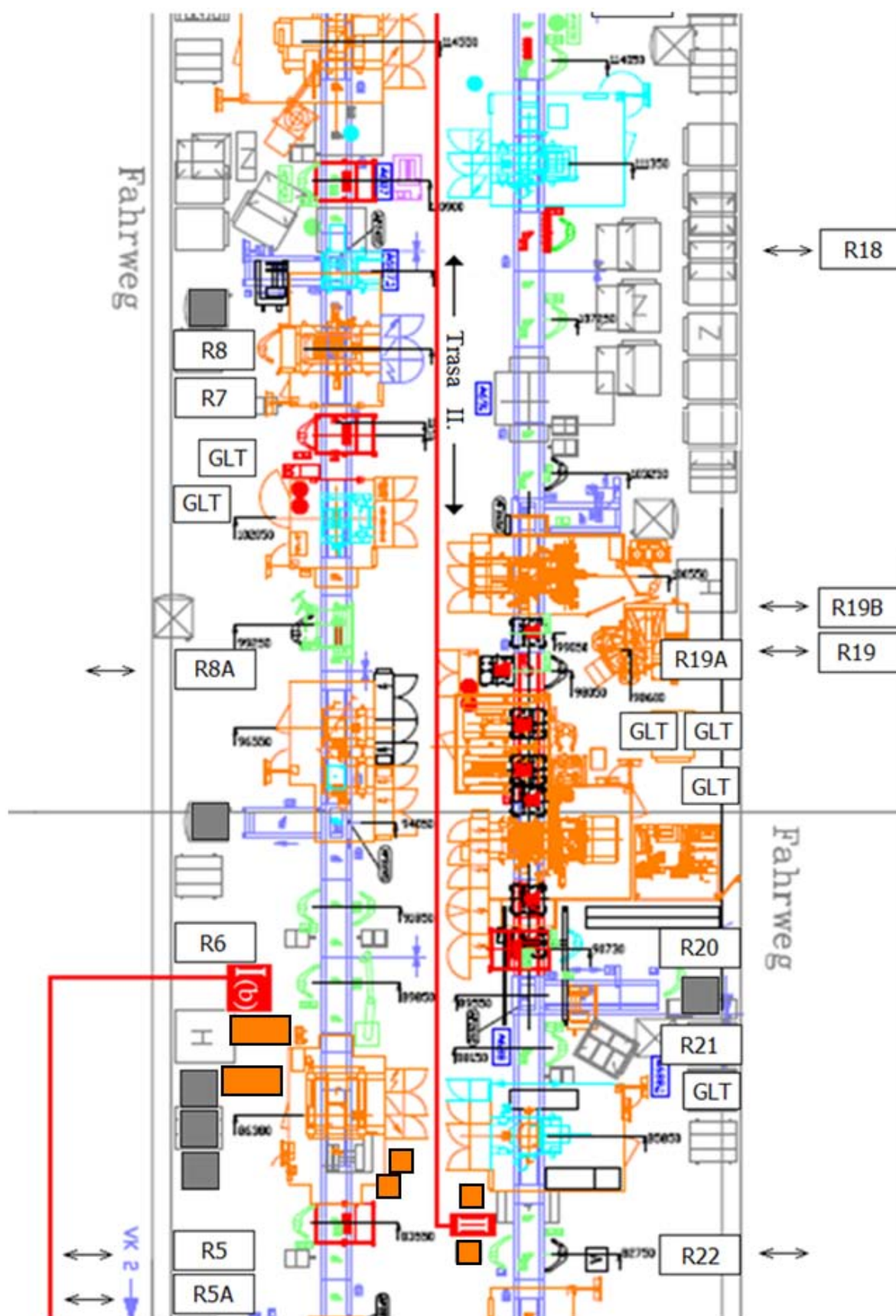
Tab. 9 Výroba Rumpfmotor celkem 1,2 TSI 63+77 kW

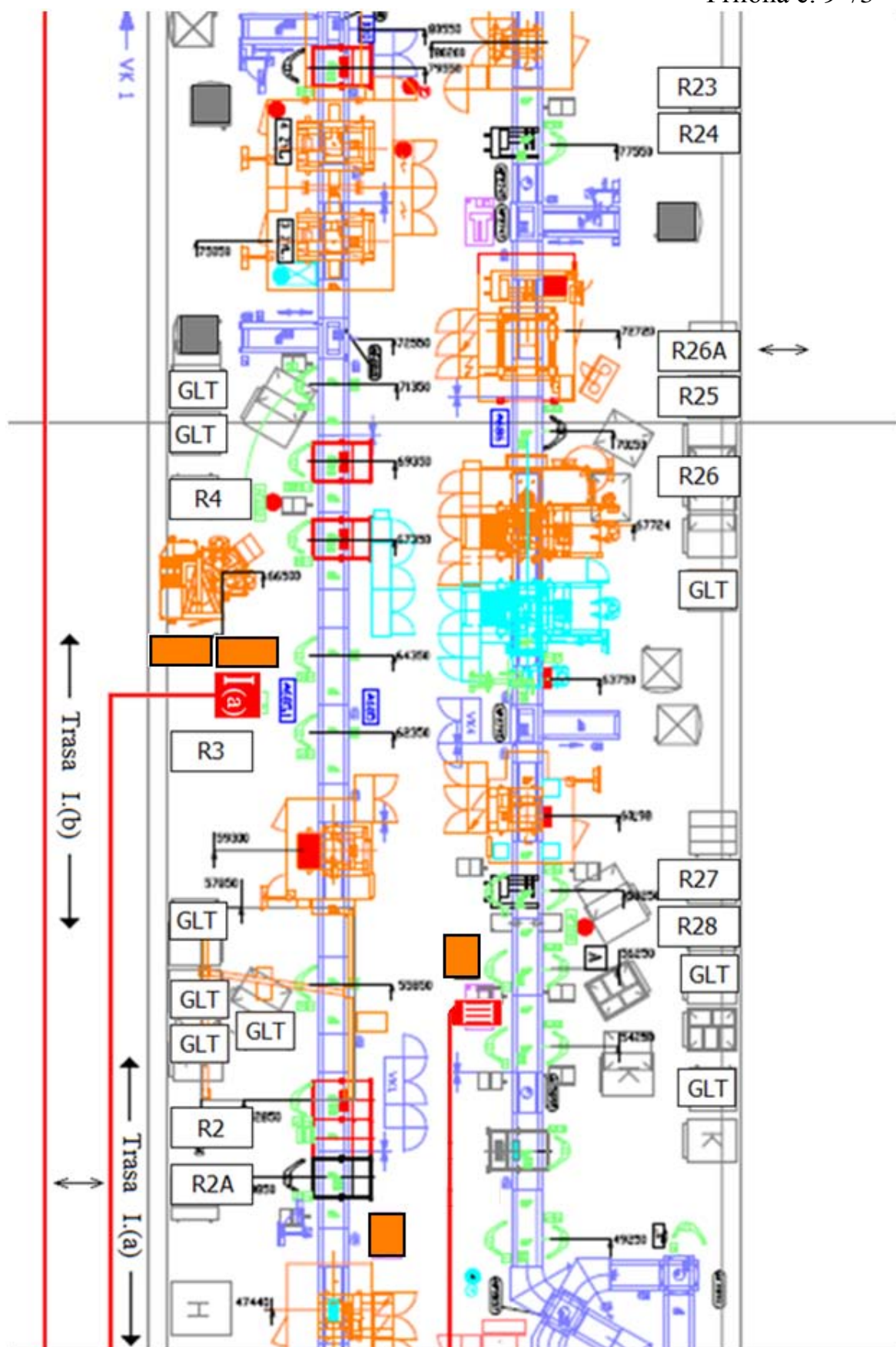
DATUM	31.01.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Plán	0	1200	1200	1200	1200	0		1200	1200	1200	1200	1200		
Σ		1200	2400	3600	4800	4800		6000	7200	8400	9600	10800		
Skuteč.	26 739	1393	1091	1147	601	454		1092	1578	1017	937	1107		
Σ		1393	2484	3631	4232	4686		5778	7356	8373	9310	10417		
+/-	26739	193	84	31	-568	-114		-222	156	-27	-290	-383		

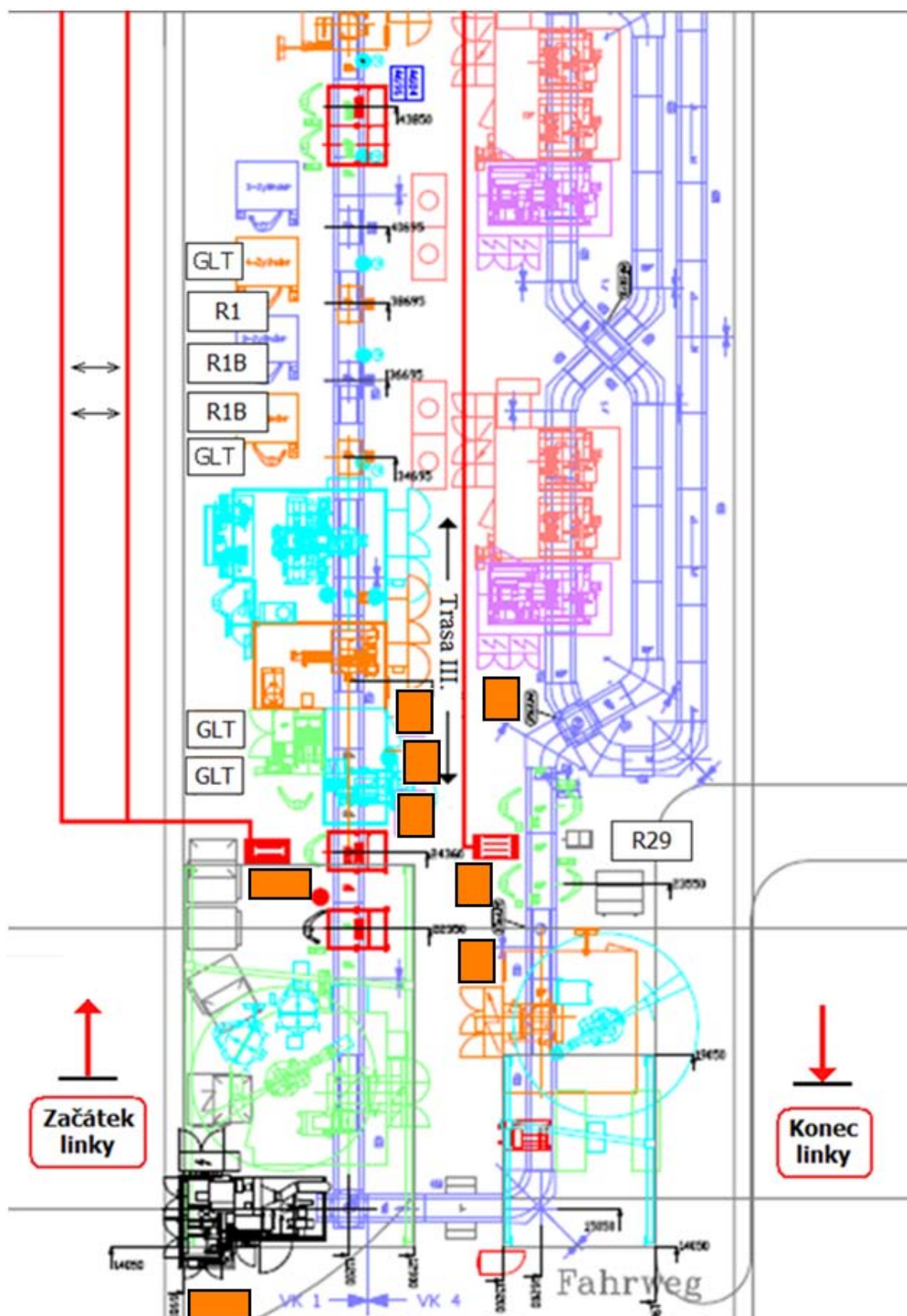


Zdroj: autor



















Legenda:

	..... regál Trilogiq (č. 3)
	..... GLT paleta
	..... speciální vozík Trilogiq
	..... box na kompletní hlavy válců
	..... speciální stůl pro repasní motory
	..... přesun regálů od linky a k lince
	..... ulice 1
	..... speciální stojany pro trasu I.
	..... speciální stojany pro trasu II.
	..... speciální stojany pro trasu III.

Zdroj: Autor

Montážní linka NS 2166 (RUMPF) s rozmístěním materiálu a ostatních předmětů používaných k montáži ze dne 1. dubna 2011, v 9:52 (montáž TSI). Rozmístění GLT palet, regálů, speciálních stojanů pro přesun přípravků, speciálních vozíků a ostatních se neustále mění s měnícími se výrobními dávkami a také změnou montáže. Není proto možné brát toto schéma jako vzor, ale jen jako příklad z mnoha možných variant rozmístění materiálu na této lince.

Balící jednotky KLT používané na montážní lince NS 2166 (RUMPF)

VDA-RL-KLT



Katalogové číslo	Vnější mm	Vnitřní mm	Provedení	Hmotnost kg	Objem l	Barva	Paletová jednotka
4170.004 (3147)	297 x 198 x 147	243 x 162 x 130	F, I	0.6	5.3	Modrá	128



4171.004 (4147)	396 x 297 x 147	346 x 260 x 130	G, I	1.1	11.8	Modrá	64
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----



4172.004 (4280)	396 x 297 x 280	346 x 260 x 262	G, I	1.7	24.1	Modrá	64
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----



4174.004 (6147)	594 x 396 x 147	544 x 359 x 130	G, I	1.8	25.3	Modrá	64
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----



4173.004 (6280)	594 x 396 x 280	544 x 359 x 262	G, I	2.7	51.9	Modrá	32
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----

VDA-R-KLT



4154.760 (6415)	594 x 396 x 147	544 x 364 x 110	G, H	2.1	21.7	Modrá	64
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----



4153.760 (6429)	594 x 396 x 280	544 x 364 x 242	G, H	3.0	48.0	Modrá	32
-----------------	-----------------	-----------------	------	-----	------	-------	----

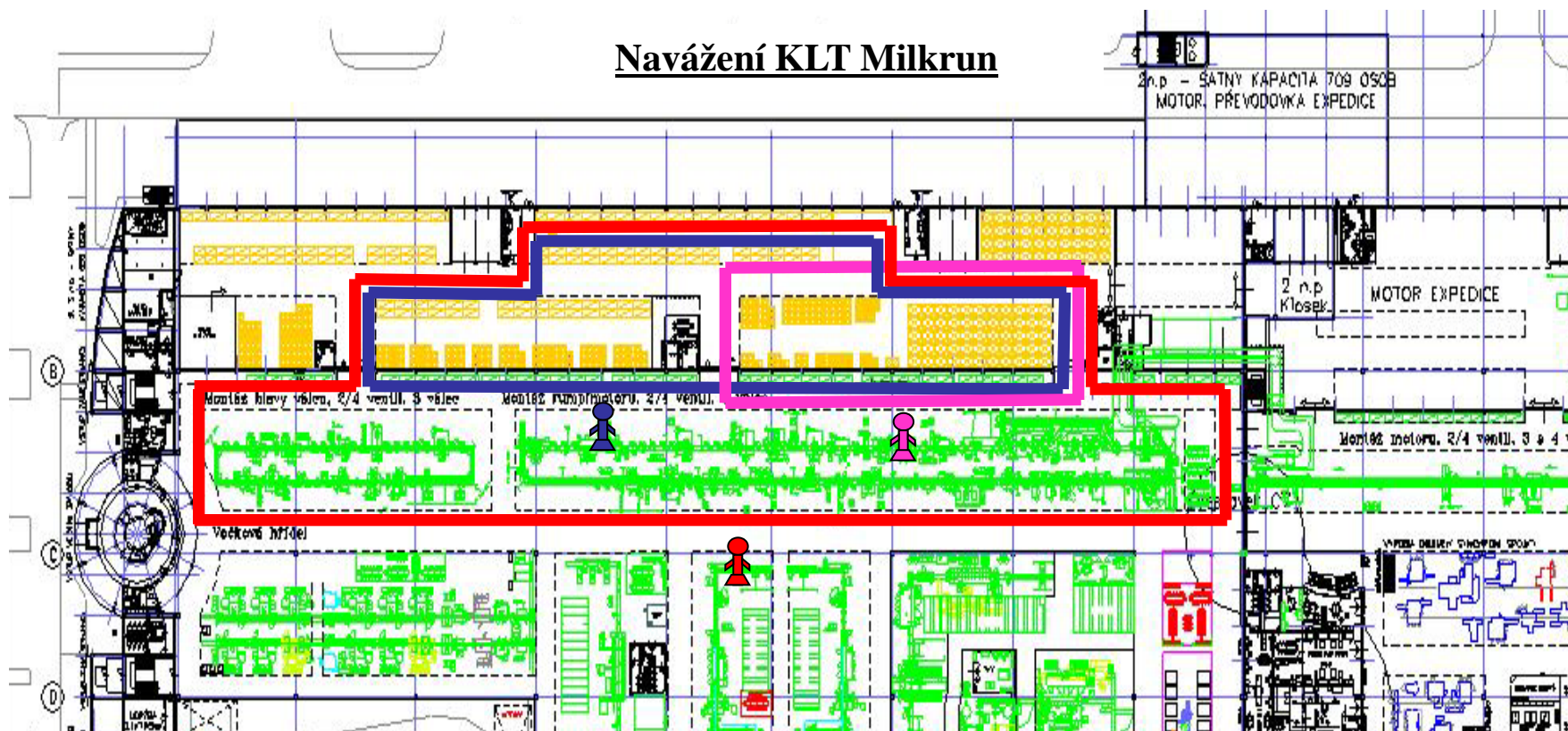
F Integrovaný držák etiket na jedné dlouhé straně
G Integrovaný držák etiket na jedné dlouhé
a jedné krátké straně

H VDA dno
I Hladké dno

(Zdroj: [19] upraveno autorem)

Hala M6 – montáž hlavy válců a Rumpfmotoru

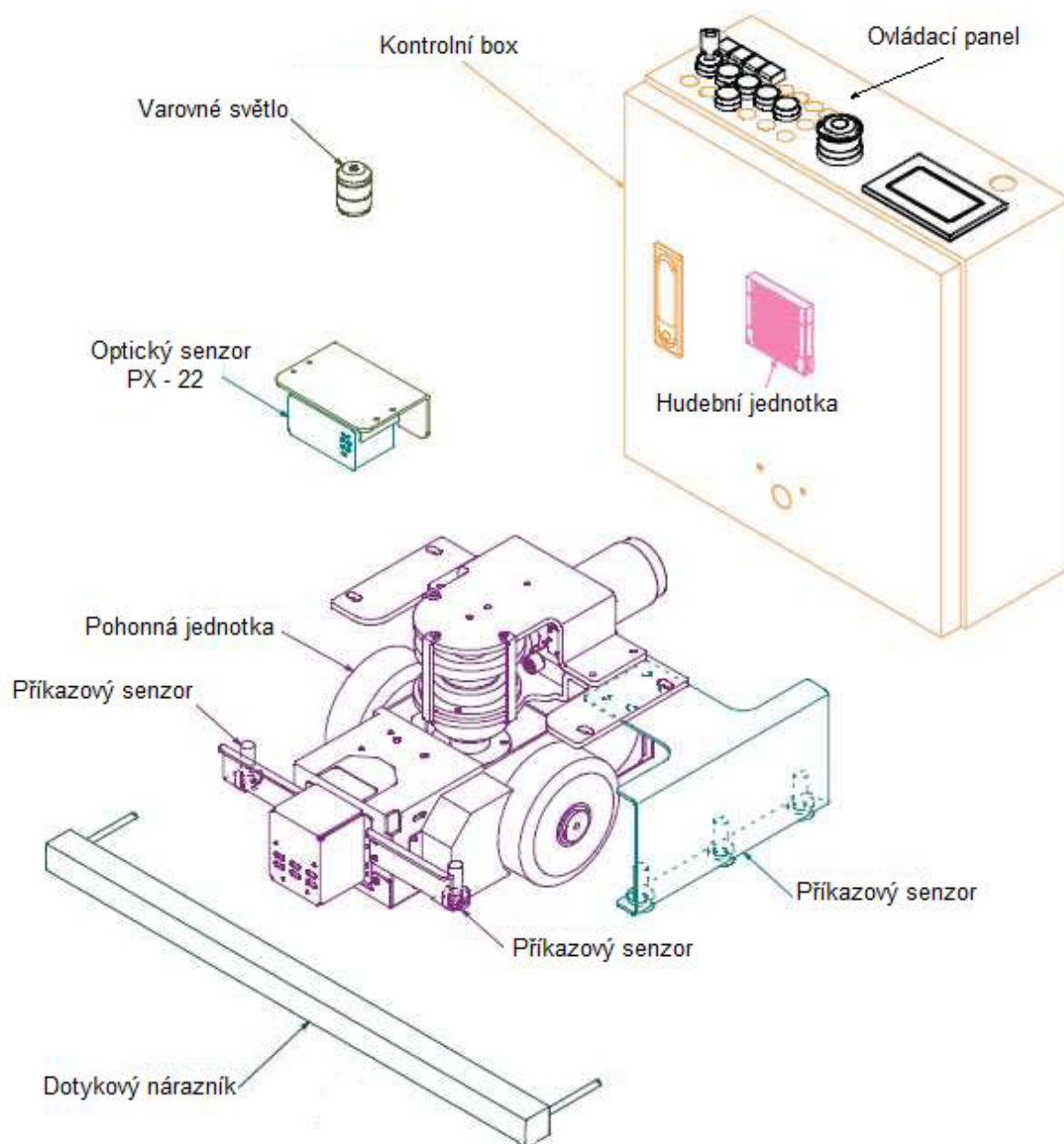
Navázení KLT Milkrun



LEGENDA :

OL 1 █OL 2 █OL 3 █

Schéma popisující základní prvky MOVE vozíku společnosti TRILOGIQ

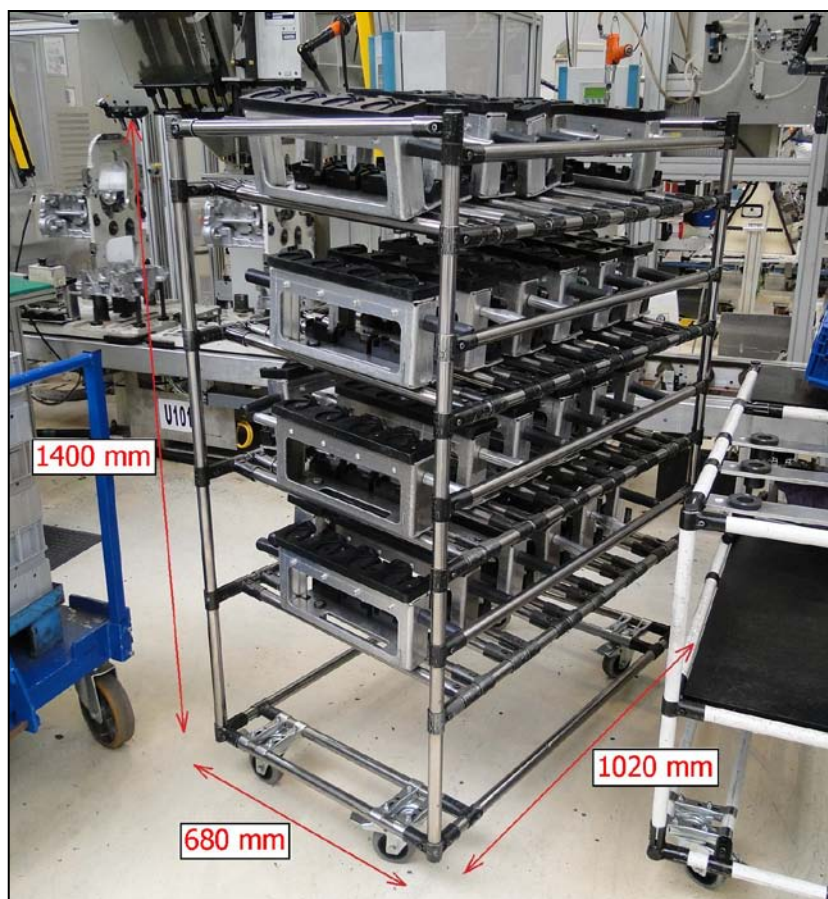


Zdroj: Uživatelská příručka - AGV MOVE Trilogiq (upravil autor)

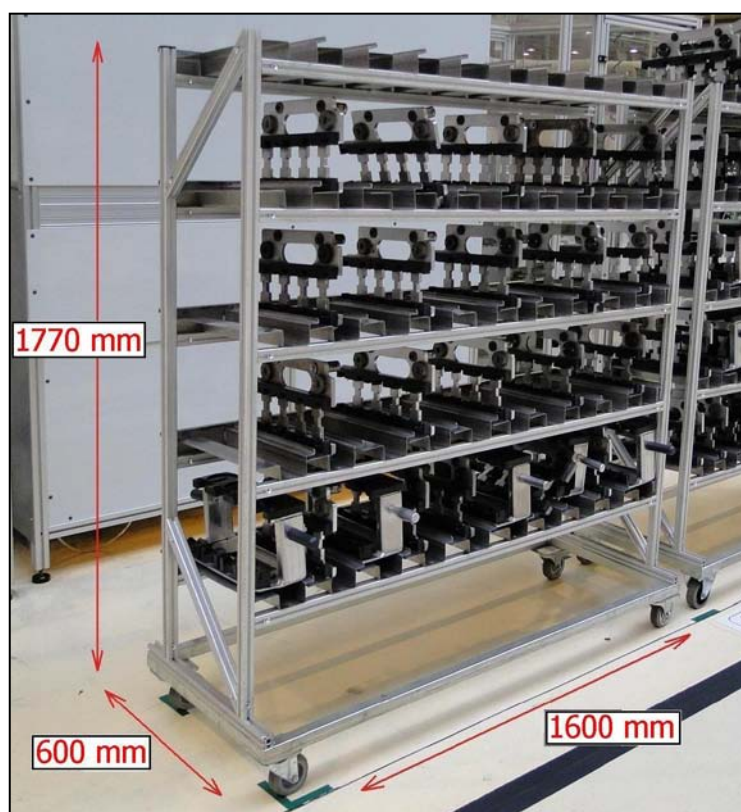
Technické údaje indukčního vozíku (AGV) MOVE od firmy Trilogiq S.A. Francie

Typ		MOVE 1	MOVE 2	MOVE 3
Zdroj pohonu		Baterie DC24V		
Směr pohybu		Vpřed		
Uveze hmotnost do		400 kg		
Tažná síla		320Nm(33Kgf)		
Systém vedení		Magnetická páska		
Způsob řízení		2 kolečka		
Maximální rychlost pohybu		30 m/min	50m/min	50m/min
Minimální poloměr zatáčky		600 mm		
Schopnost stoupat do		1 °		
Přesnost zastavení		CE+-20 mm (stejnoseměrný) ne CE+-30 mm		
Nepřetržitý provoz (hod)		Závisí na specifikaci a použití		
Počet programů		/	/	64 (200 kroků/program)
Způsob detekce překážky		Optický-dvoustupňový (detekce a zastavení)		
Fyzická bezpečnost	číslo 1	Přední nárazník široký 600 mm		
	číslo 2	Stop anténa		
Bezpečnostní vybavení	Výstražné světlo	Světelný modul		
	Bezpečnostní alarm	2 varující zvuky		
	Nouzový vypínač	Umístěný nahoře řídicí skříň		
	Sensor překážka 1	sensor PX22		
Řídicí jednotka	Sensor překážka 2	/	/	Programovatelný sens.
	Metoda řízení	2 kolečka s různou rychlostí		
	Typ motoru	Stejnoseměrný motor s brzdou (dle CE normy)		
	Výstup motoru	50 W x 2		
	Zpomalení	1/15		
	Řetěz	#35		
	Řídicí kolečka - mat.	Uretan		
	Zrychlování/zpomal.	Ano		

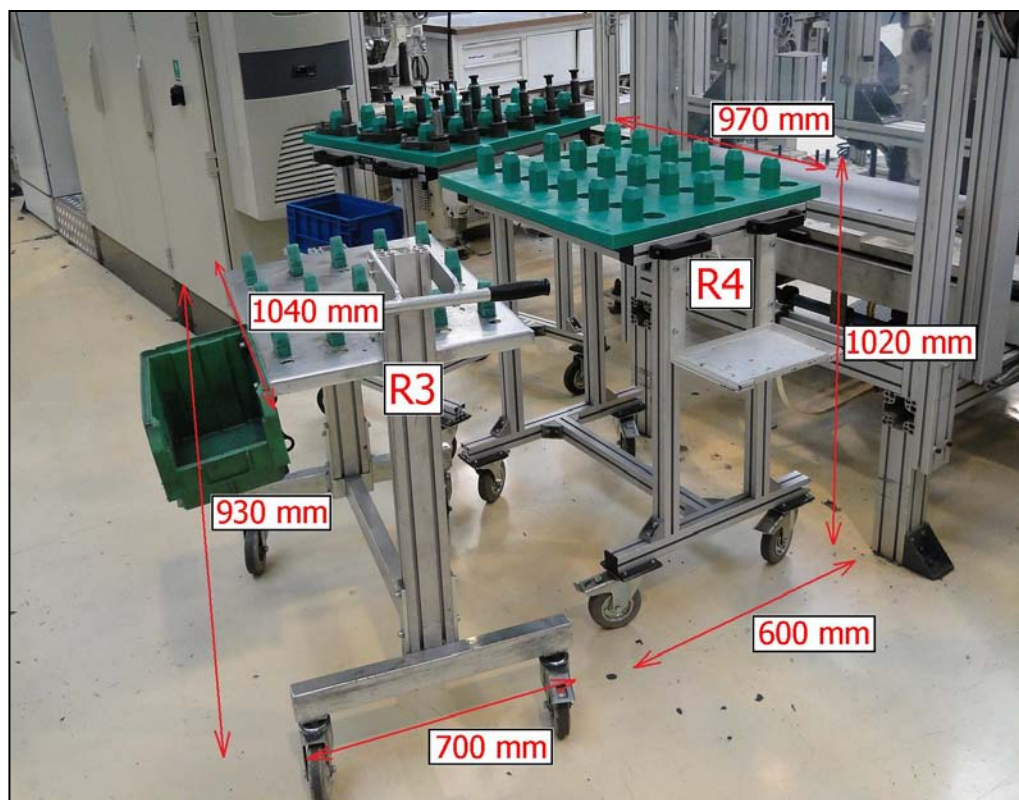
Zdroj: Trilogiq - firemní podklady



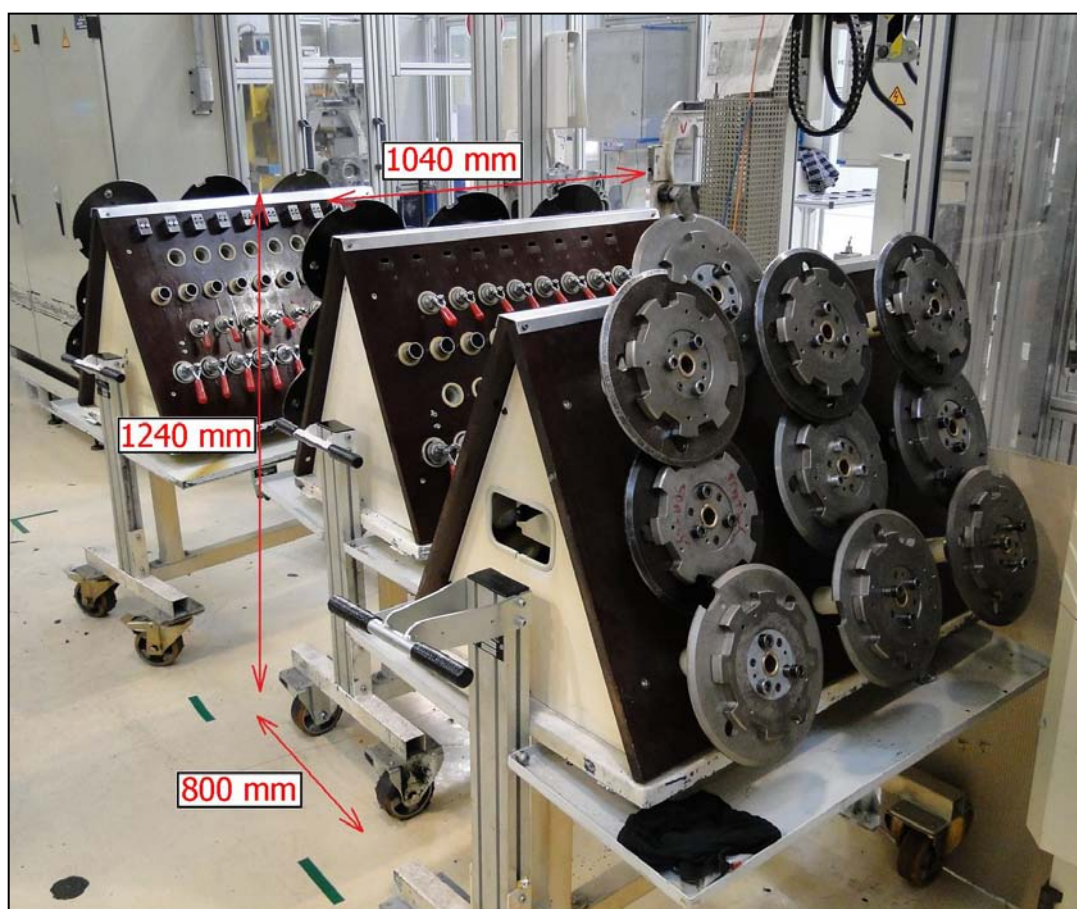
Zdroj : Škoda Auto a.s. (upravil autor)
Obr. 33 I. trasa - stojan pro R3



Zdroj : Škoda Auto a.s. (upravil autor)
Obr. 34 I. trasa - stojan pro R4

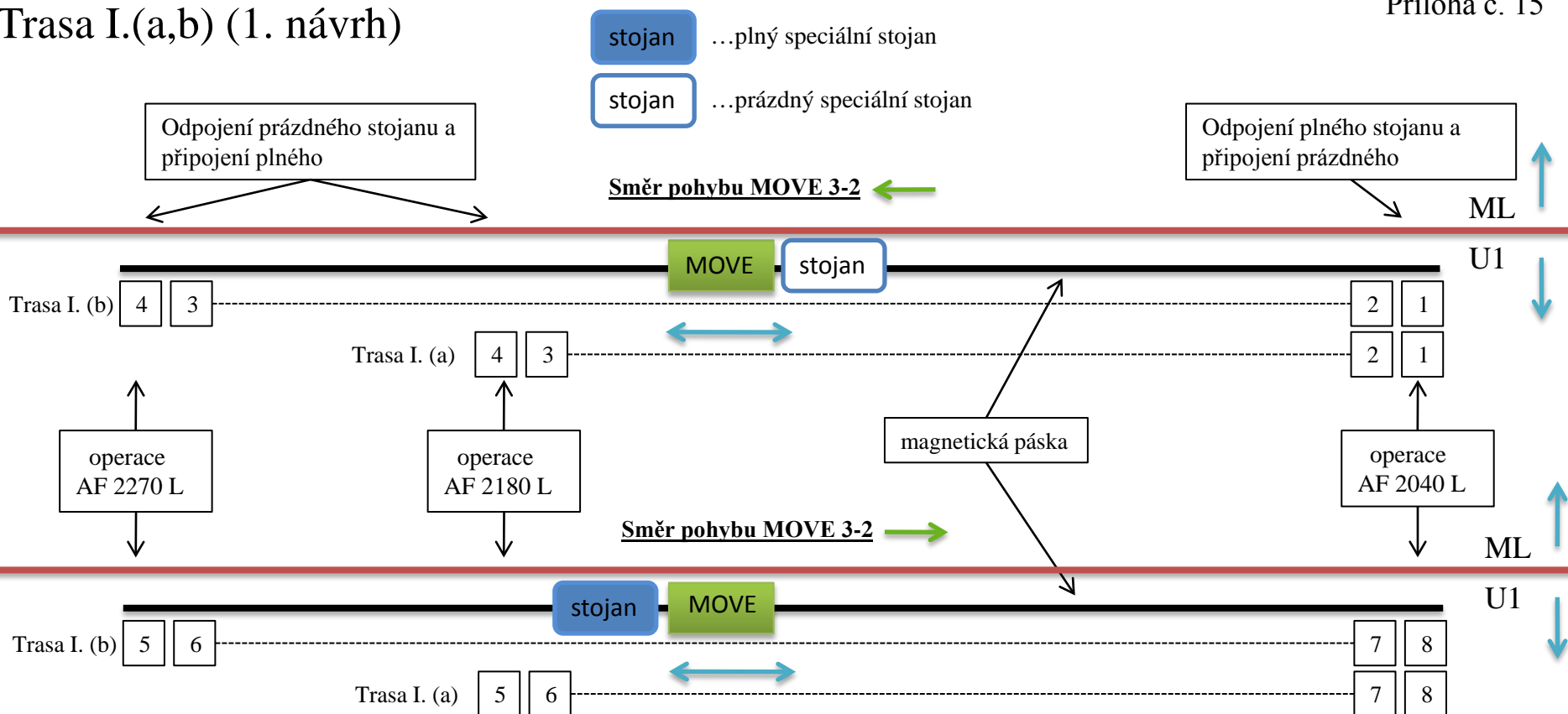


Zdroj : Škoda Auto a.s. (upravil autor)
Obr. 35 II. trasa – stojany (stolky) pro R3 a R4



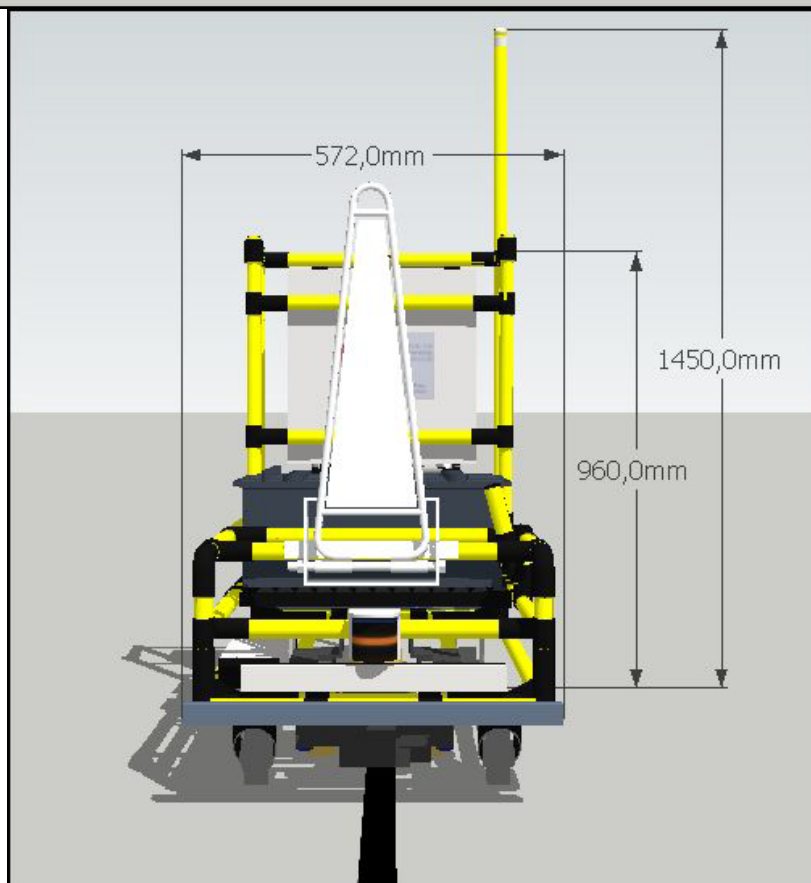
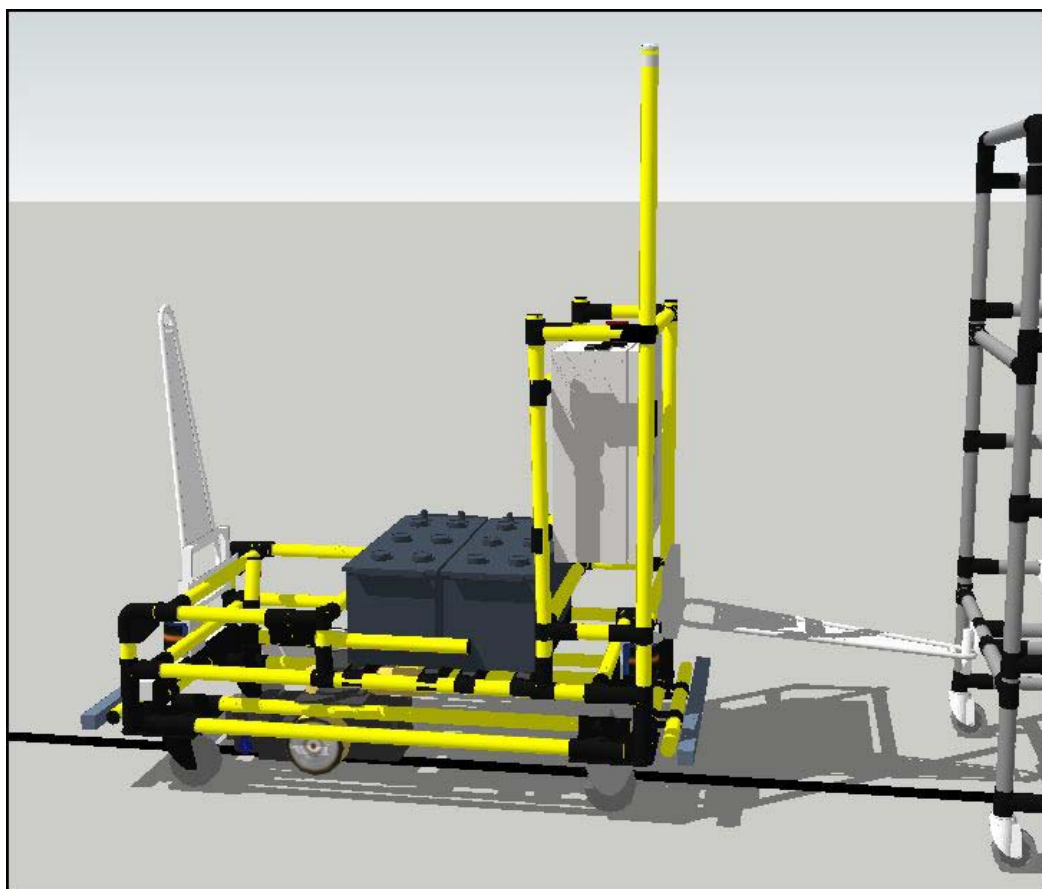
Zdroj : Škoda Auto a.s. (upravil autor)
Obr. 36 III. trasa – stojan pro R3

Trasa I.(a,b) (1. návrh)

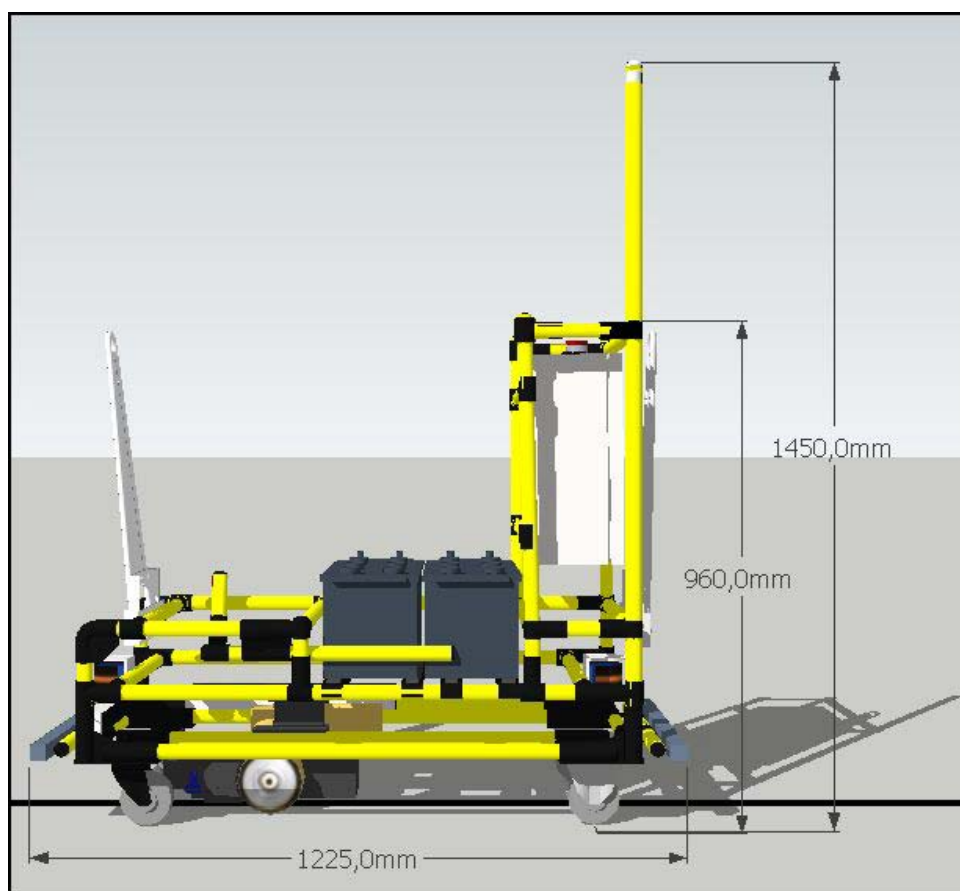
Činnosti ve směru pohybu MOVE

- 1 MOVE stojí, MD připojí prázdný stojan a spustí MOVE → 2 MOVE max. rychlost → 3 MOVE střední rychlost → 4 MOVE zastaví, MD odpojí prázdný stojan
- 5 MOVE stojí, MD připojí plný stojan a spustí MOVE → 6 MOVE max. rychlost → 7 MOVE střední rychlost → 8 MOVE zastaví, MD odpojí plný stojan

Návrh vozíku MOVE 3-2 pro trasu I. (1. návrh) a trasu III.

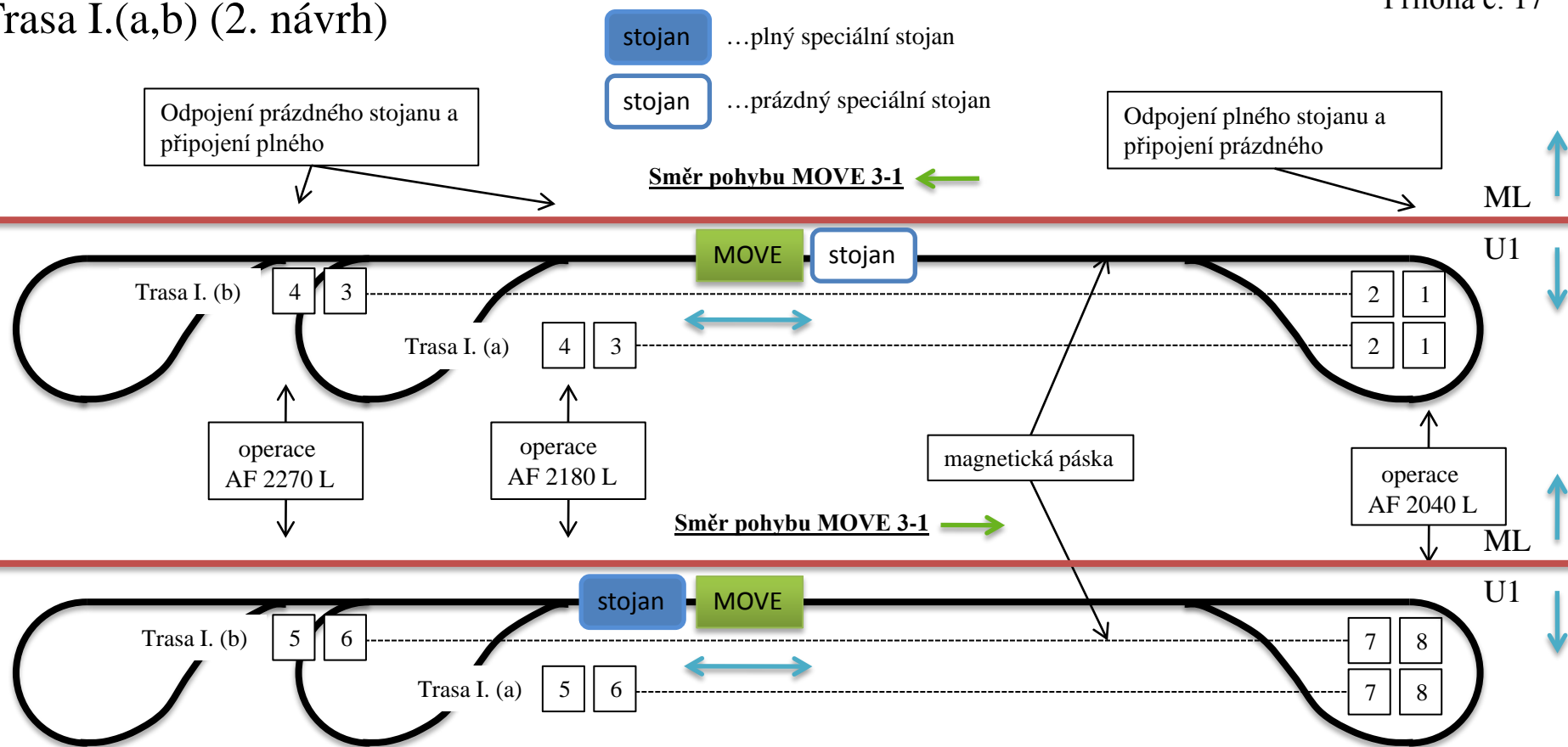
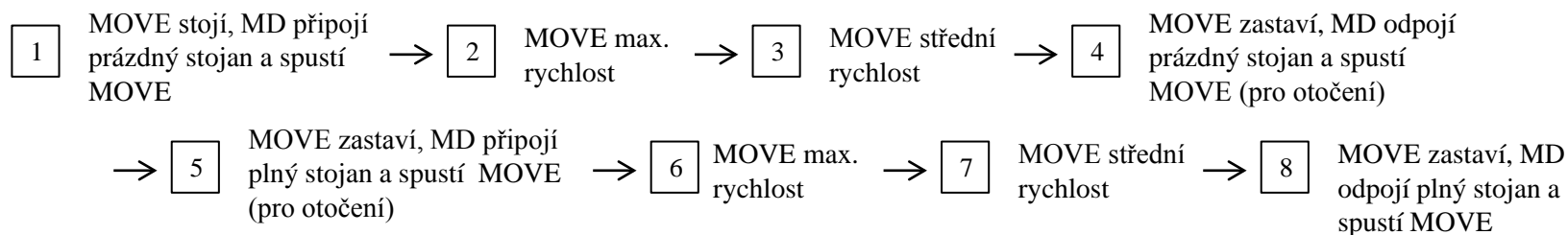


Zdroj: Autor

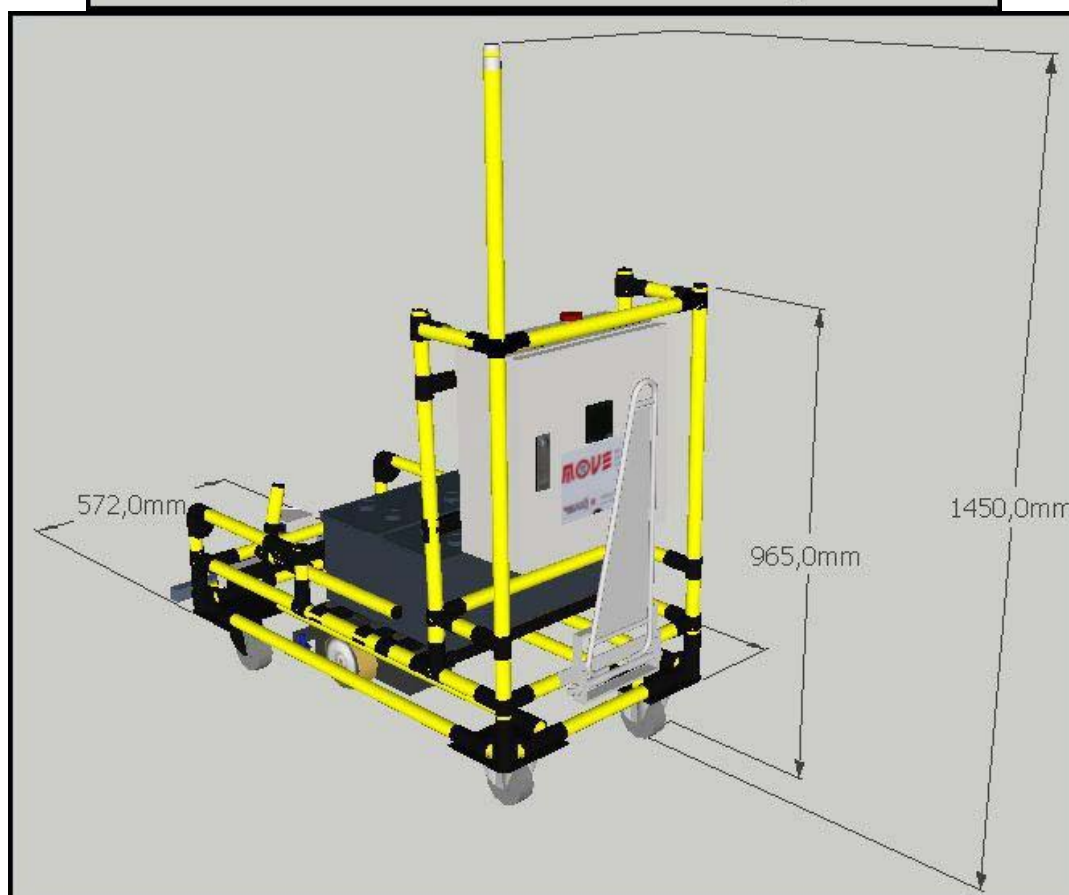
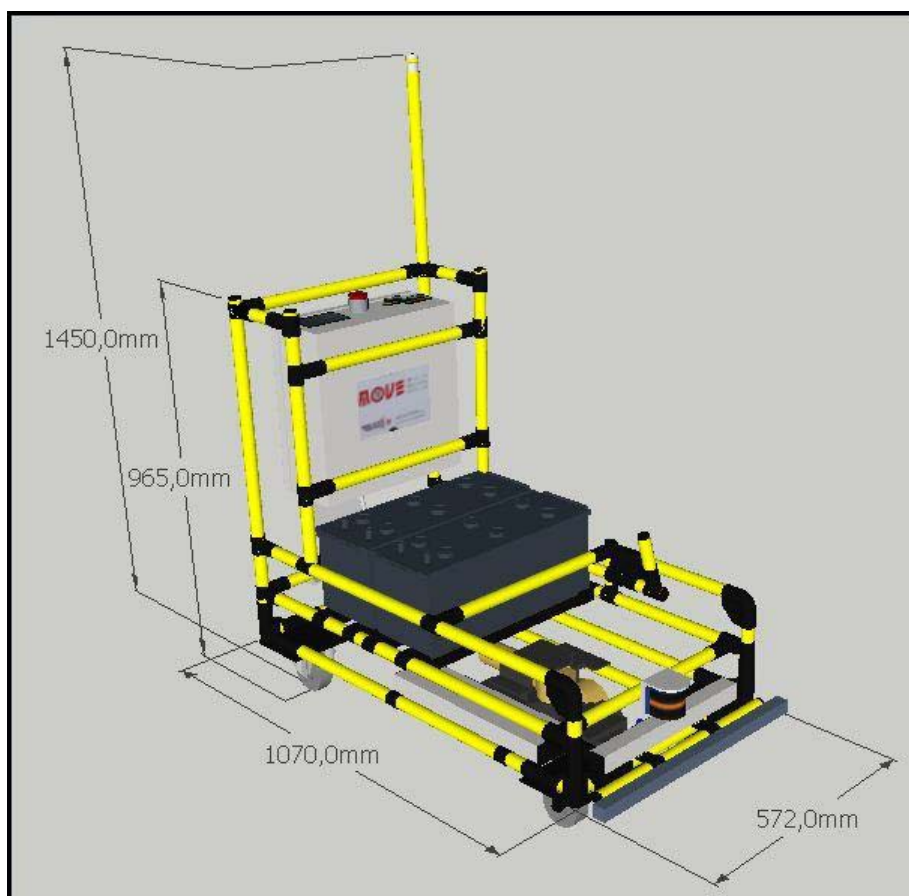


Zdroj: Autor

Trasa I.(a,b) (2. návrh)

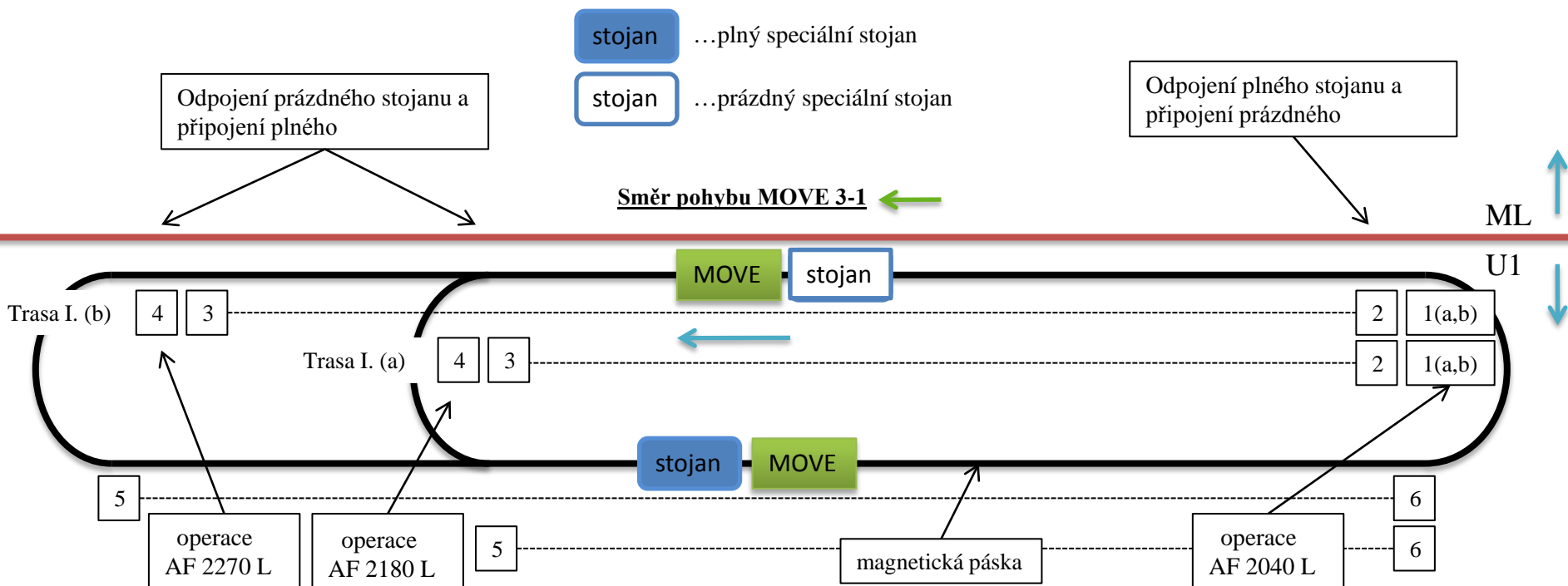
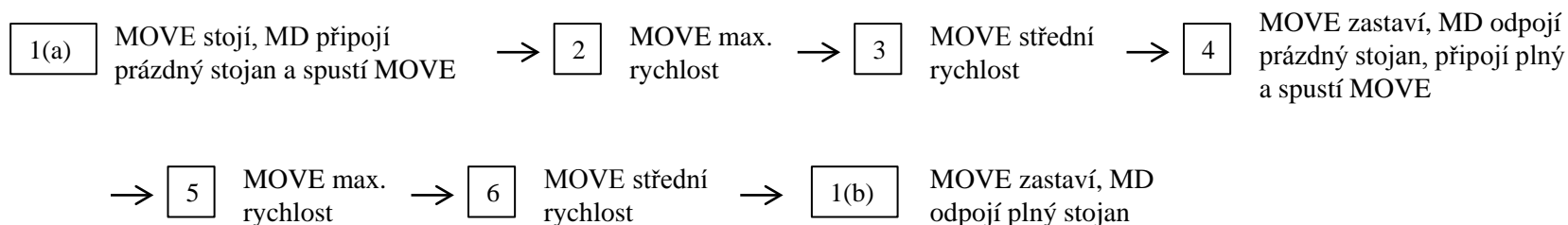
Činnosti ve směru pohybu MOVE

Návrh vozíku MOVE 3-1 pro trasu I. (2. a 3. návrh)



Zdroj: Autor

Trasa I.(a,b) (3. návrh)

Činnosti ve směru pohybu MOVE

Trasa II.

Odpojení prázdného stojanu a
připojení plného

stojan ...plný speciální stojan

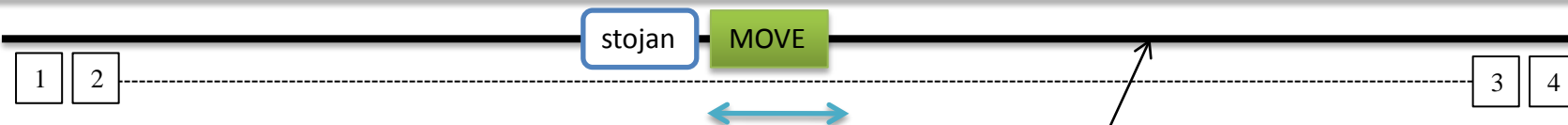
stojan ...prázdný speciální stojan

Odpojení plného stojanu a
připojení prázdného

Směr pohybu MOVE 3-2



ML



operace
AF 2580 R

magnetická páska

operace
AF 2720 R

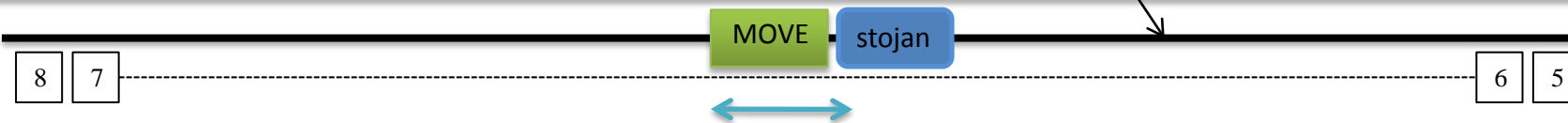
ML



ML



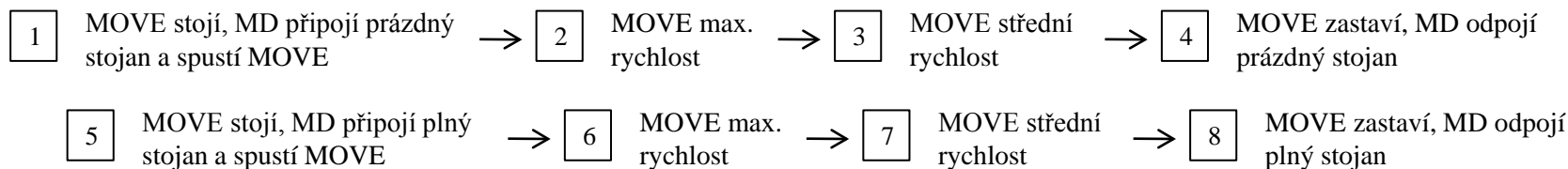
Směr pohybu MOVE 3-2



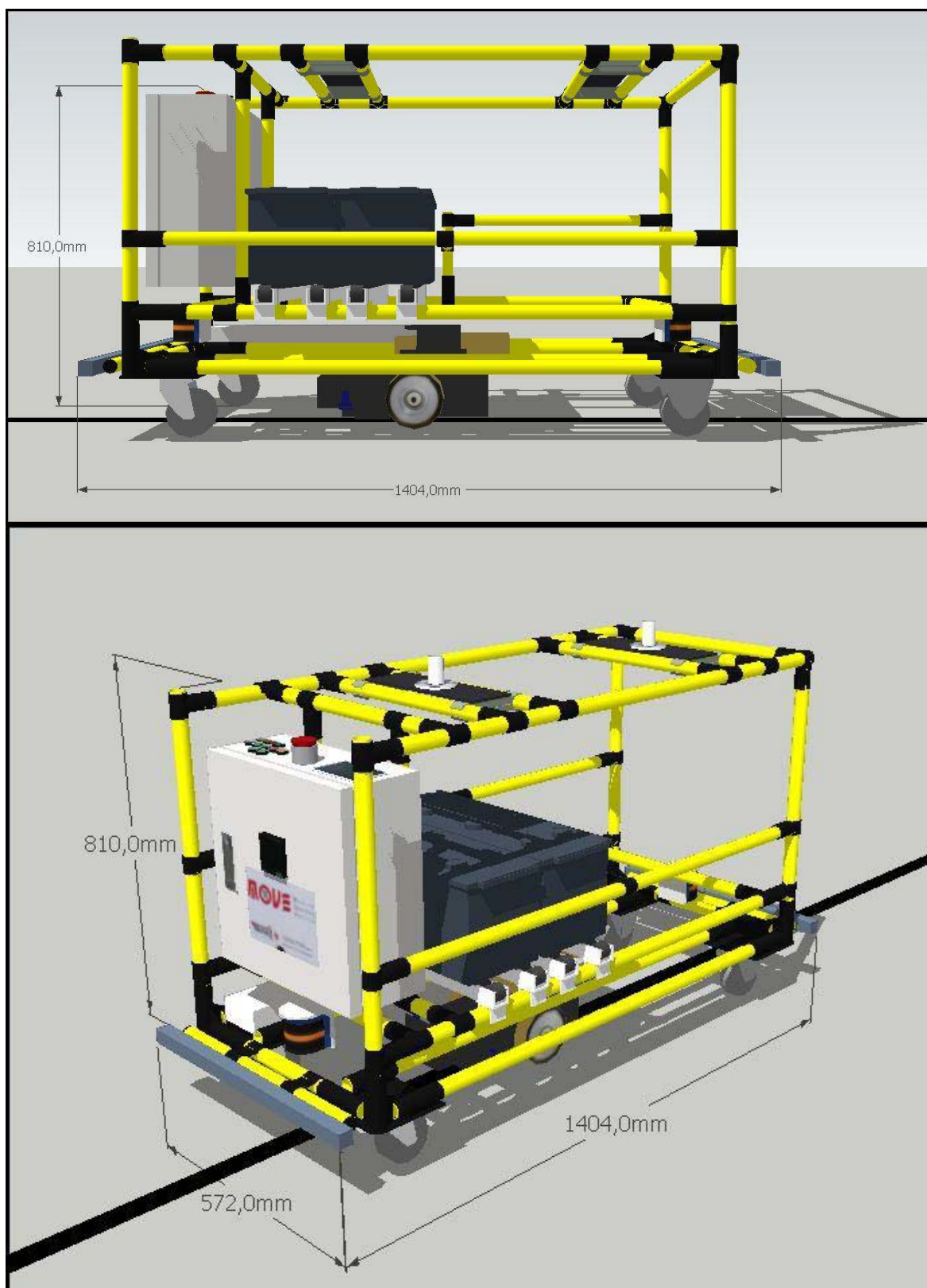
ML



Činnosti ve směru pohybu MOVE

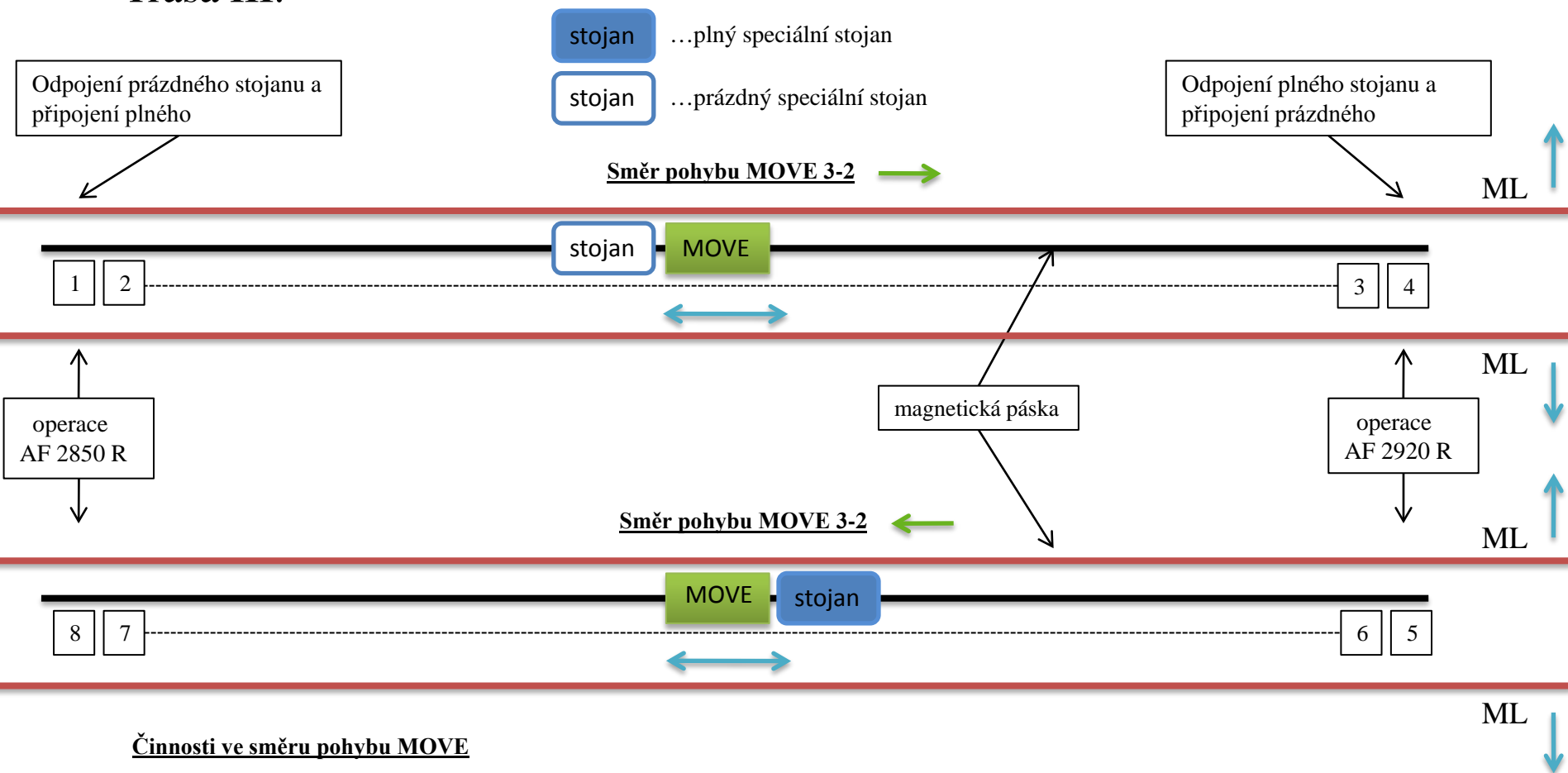


Návrh vozíku MOVE 3-2 pro trasu II. (vnitřní trasu)



Zdroj: Autor

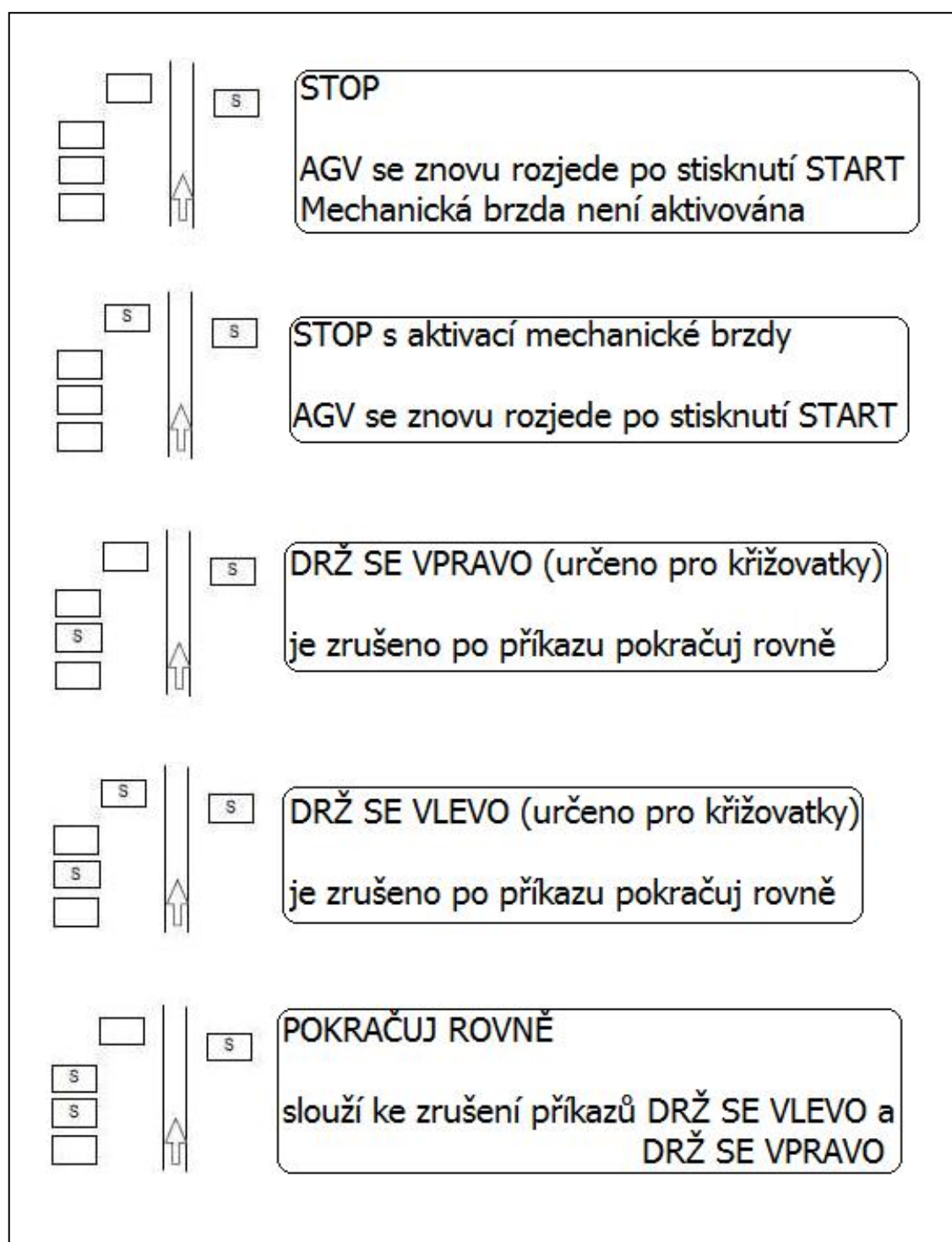
Trasa III.

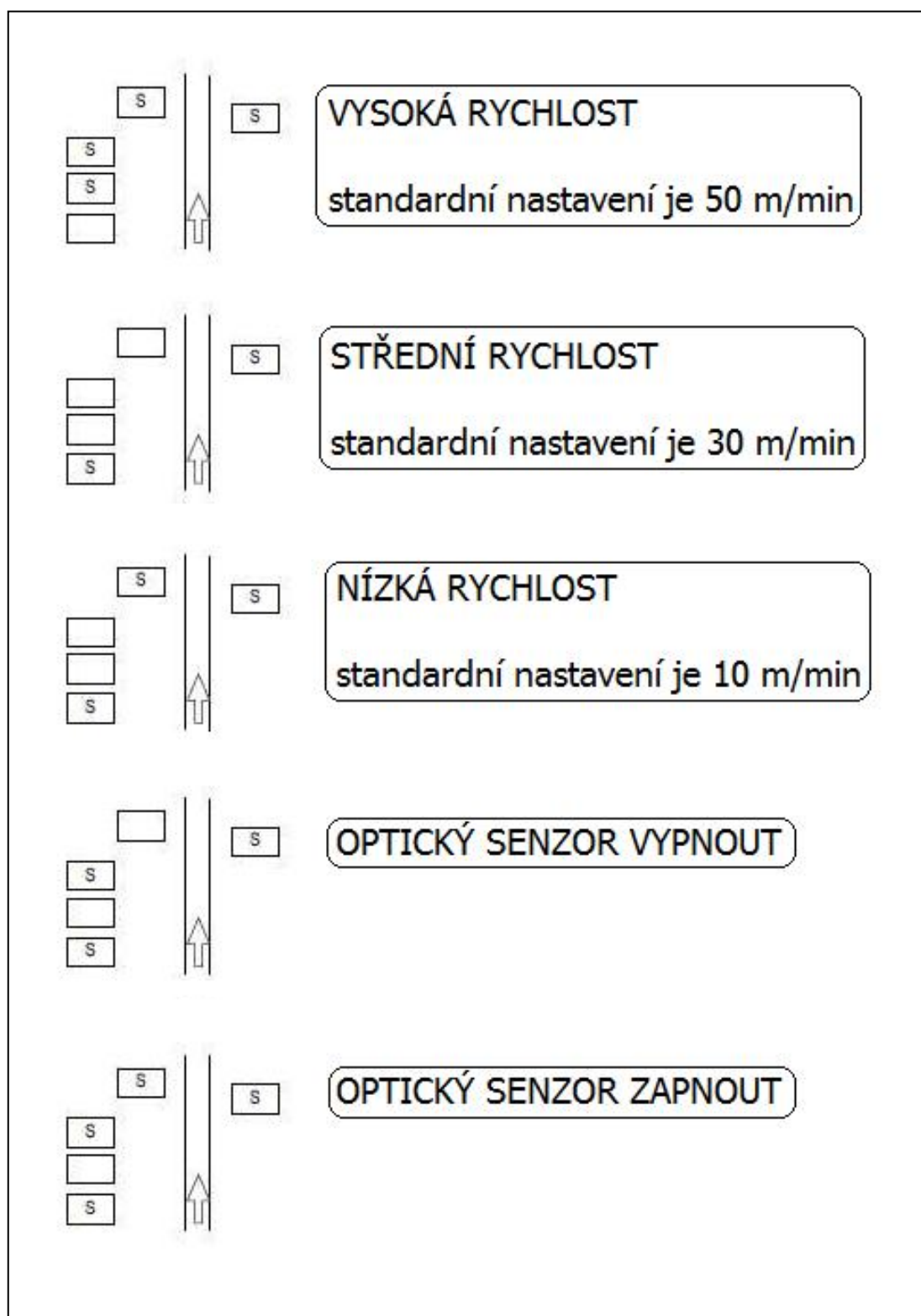


Činnosti ve směru pohybu MOVE

- 1 MOVE stojí, MD připojí prázdný stojan a spustí MOVE → 2 MOVE max. rychlost → 3 MOVE střední rychlost → 4 MOVE zastaví, MD odpojí prázdný stojan
- 5 MOVE stojí, MD připojí plný stojan a spustí MOVE → 6 MOVE max. rychlost → 7 MOVE střední rychlost → 8 MOVE zastaví, MD odpojí plný stojan

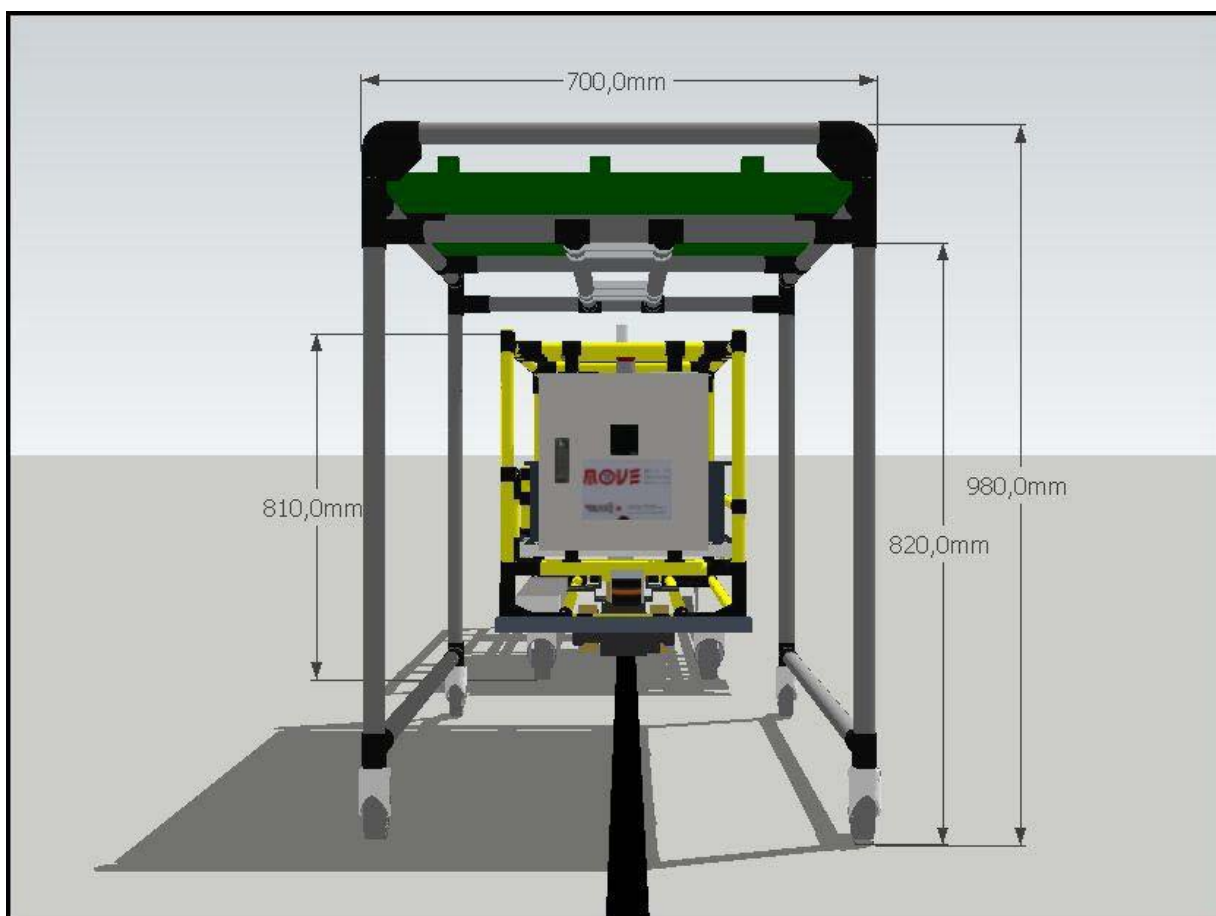
Schéma základních příkazových značek s popisem



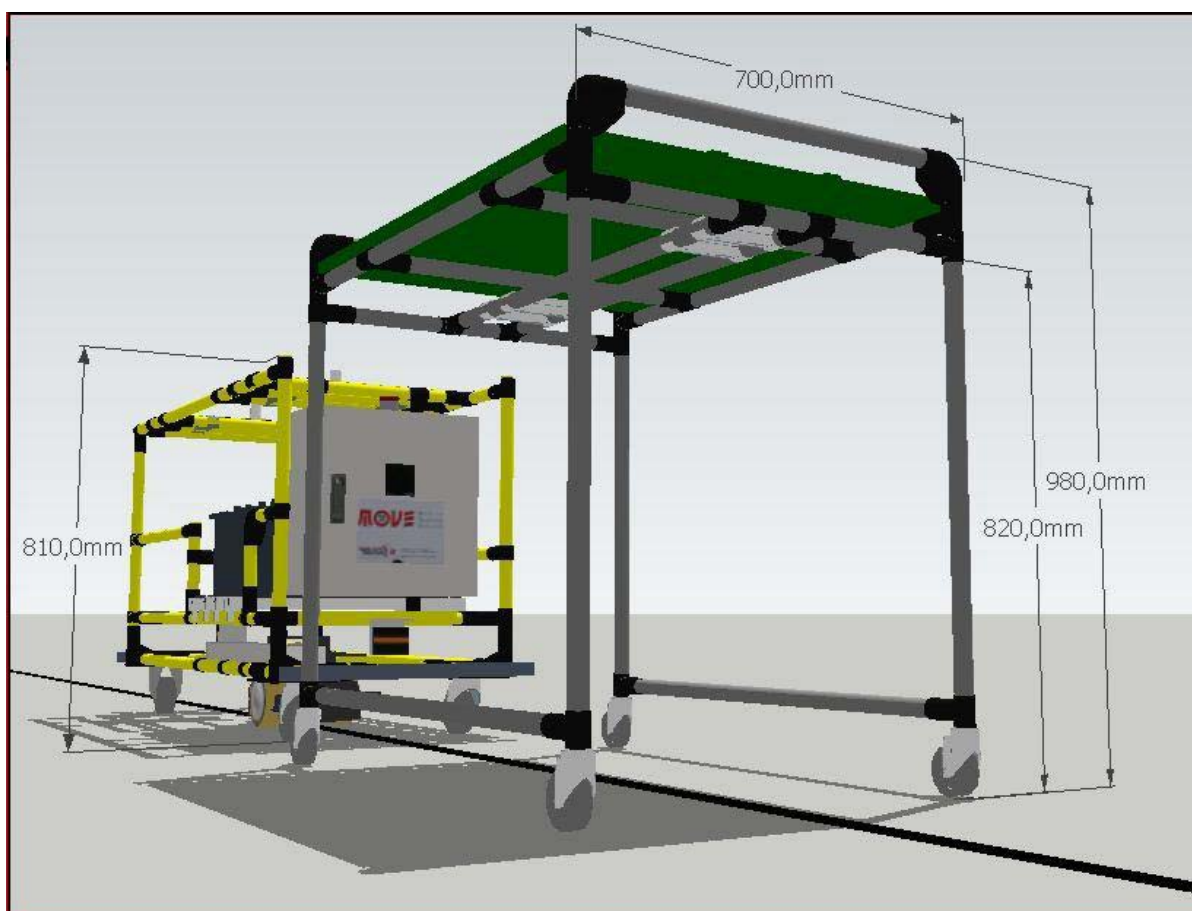


Zdroj: Uživatelská příručka - AGV MOVE Trilogiq (upraveno autorem)

Návrh speciálního stojanu pro trasu II. (vnitřní trasu)



Zdroj: Autor



Zdroj: Autor

Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů při montáži R3

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty při montáži motoru R3 po celou směnu (kapacita ML RUMPF je 825 motorů za směnu).

Tab. 10 Množství převezených speciálních stojanů pro R3 za směnu

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Ø výroba RUMPF za směnu [ks]</i>	<i>Počet pozic na stojanu [ks]</i>	<i>Množství potřebných stojanů za směnu [-]</i>	<i>Množství převozů (plné / prázdné) za směnu [-]</i>
Trasa I.	R3	825	24	35	67 (34 / 33)
Trasa II.	R3	825	15	55	107 (54 / 53)
Trasa III.	R3	825	9	92	181 (91 / 90)

Zdroj : Autor

Tab. 11 Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů R3

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Převoz plných [sec]</i>	<i>Převoz prázdných [sec]</i>	<i>Množství převozů za směnu (plné / prázdné) [-]</i>	<i>Časové vytížení MD [min]</i>
Trasa I.	R3	42	39	67 (34 / 33)	45,3
Trasa II.	R3	39	38	107 (54 / 53)	68,7
Trasa III.	R3	35	26	181 (97 / 90)	95,6

Zdroj : Autor

Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů při montáži R4

V tabulkách jsou uvedeny hodnoty při montáži motoru R3 po celou směnu (kapacita ML RUMPF je 825 motorů za směnu).

Tab. 12 Množství převezených speciálních stojanů pro R4 za směnu

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Ø výroba RUMPF za směnu [ks]</i>	<i>Počet pozic na stojanu [ks]</i>	<i>Množství potřebných stojanů za směnu [-]</i>	<i>Množství převozů (plné / prázdné) za směnu [-]</i>
Trasa I.	R4	825	50	17	31 (16 / 15)
Trasa II.	R4	825	18	46	89 (45 / 44)

Zdroj : Autor

Tab. 13 Časové vytížení MD při převozu speciálních stojanů R4

<i>Trasa</i>	<i>Motor</i>	<i>Převoz plných [sec]</i>	<i>Převoz prázdných [sec]</i>	<i>Množství převozů za směnu (plné / prázdné) [-]</i>	<i>Časové vytížení MD [min]</i>
Trasa I.	R4	71	63	31 (16 / 15)	34,7
Trasa II.	R4	39	38	89 (45 / 44)	57,1

Zdroj : Autor